OPOWIADANIE O GWIAZDACH.

Warszawa, Druk Piotra Laskauera i S-ki.

G. F. CHAMBERS.
F. R. A. S.

OPOWIADANIE O GWIAZDACH.

Przełożyła z angielskiego

M. Brońska.

KSIĘGARNIA M. ARCTA W WARSZAWIE
1919

Дозволено Цензурою.
Варшава, 30 Іюля 1902 года.

PRZEDMOWA.

Gdy mi zaproponowano napisanie niniejszej książeczki, proszono mię o ułożenie jej w ten sposób, aby stanowiła zwięzły lecz łatwy do czytania zarys tej gałęzi wiedzy, co się wiąże z obszernie pojętem wyrażeniem „gwiaździste niebo“. Miałem przez nią dostarczyć pokarmu tym szybko wzrastającym tysiącom mężczyzn i kobiet wszystkich stanów, które na schyłku XIX-go stulecia w tak różnorodny sposób i w tak wielu miejscach zaznaczyły zainteresowanie się zjawiskami i prawdami natury i nauk przyrodniczych. Włożone na mnie zadanie odpowiadało moim skłonnościom, i chętnie wziąłem się do jego spełnienia. W jakiej mierze udało mi się przedstawić rzecz w sposób świetny i lekki, osą-

dzą inni; uprzadzam jednak, że posiłkowałem się raczej faktami rzeczywistymi niż urojonymi, zanadto bowiem jest pierwszych pożytecznych dla piszącego astronomię, iżby warto było poświęcać czas ostatnim.

Po tomiku niniejszym wyjdzie wkrótce inny, w tym samym niewymuszonym stylu, pod tytułem „Historja systemu słonecznego czyli słońce, planety i komety popularnie opisane“ („The story of the Solar System; or The Sun, Planets and Comets popularly described“). Mam jednak nadzieję, że wielu z moich czytelników nie poprzestanie na owych małych zarysach tej szlachetnej nauki, lecz zapragnie doskonalszego objęcia przedmiotu we wszystkich jego kierunkach, studjując najpierw moją „Astronomię malowniczą“ („Pictorial Astronomy“ Whittaker et C-o, 2 nd. ed.), a następnie mój „Podręcznik astronomji“ („Handbook of Astronomy“ Clarendon Press, 4-th ed., 3 vol.), który jest zrozumiałą rozprawą, popularną co do układu i języka, mogącą zadowolić wymagania szerszego ogółu czytelników. Myśli i pojęcia, zawarte w obu tych pracach, weszły bez wątpienia i do niniejszej książeczki.

Rozdział o zastosowaniu spektroskopu do gwiazd zawdzięczam przyjacielowi swojemu p E. W. Maunder, z obserwatorjum królewskiego w Greenwich, który się liczy do największych żyjących powag tej gałęzi astronomii.

G. F. C,

Northfield Grange, East Bourne.
Grudzień, 1894.

ROZDZIAŁ I.

Myśli wstępne.

«Słowem pańskiem jest wielkie niebo zawieszone,
I wzorem złotych gwiazd ozdobione».
Psalm XXXIII *).

Przed niedawnym czasem pewien człowiek, pozwany do sądu w Carlisle, przybył tam wprawdzie w porę podług czasu miejscowego w Carlisle, oznaczonego przez sąd na posiedzenie, przekonał się jednak, że sąd zebrał się podług czasu grynickiego (Greenwich) i w jego nieobecności rozstrzygnął sprawę na jego niekorzyść. To było uważane przez niektórych panów „biegłych w prawie“ jako surowość i nieprawność, i biedny człowiek otrzymał możność powtórnego przesłuchania. Wskutek tego wypadku parlament wydał uchwałę, orzekającą, że, ile razy wyrażenie czasu zdarzy się w uchwale parlamentu, sprawie sądowej lub innym dokumencie

*) W tłómacz. Kochanowskiego. *(Przyp. tłum.)*.

prawnym, należy stosować (o ile to nie jest osobno wyłuszczone), w Wielkiej Brytanji średni czas Greenwich'u, a w Irlandji Dublinu.

Niedawno jednak w Liverpool zdarzył się wypadek, którego zakończenie, mówiąc nawiasem, niezupełnie się zgadza z wymienioną ustawą. Na rozkaz szeryfa ściągano podatek od sprzętów domowych pewnej osoby; ta wniosła skargę, że, jako wykonany po zachodzie słońca, czyn ten był nieprawny. Poproszono dyrektora Obserwatorjum w Liverpool o podanie godziny zachodu słońca w dzień poboru podatku, i zarzut strony protestującej został poparty. Wobec tego nieuniknionym wydaje się wniosek, że przy oznaczeniu godziny wschodu i zachodu słońca należy uwzględniać czas miejscowy, nie zaś grynicki. Jak już wyżej powiedziałem, nie zgadza się to z ustawą, nie do mnie jednak należy roztrząsanie kwestji pod tym względem. Ja pragnę tylko użyć wymienionych faktów, jako środków do pokazania, że w nauce o gwiazdach leży coś więcej, niż wiele osób sobie wyobraża. Innemi słowy, że wzywając czytelników do udzielenia uwagi kwestjom astronomicznym, nama, wiam ich do zastanawiania się nad rzeczami które nietylko że nie są ciemne, trudne lub uro jone, lecz których pod pewnym względem nie wolno lekceważyć w stosunku do zajęć i przyjemności życiowych.

Niepotrzebnem byłoby rozwijać dowodzenie

zbyt długo, wobec jednak pytania, czy astronomja ma jakąkolwiek i jaką, mianowicie, utylitarną wartość, należy zauważyć, że istnienie dwu tak codziennego użytku rzeczy, jak kalendarz i dziennik, zależy w zupełności od pracy astronoma w jego obserwatorjum. W naszym wypadku, jako Anglików, książki te opierają się na pracach pewnych bardzo źle płatnych członków służby cywilnej Jej Królewskiej Mości, w Obserwatorjum Królewskiem w Greenwich i w biurze wydawnictwa Nautical Almanac. Gdyby sztab, należący do jednej z tych instytucji, uciekł się w celu uzyskania wyższej zapłaty (a byłoby to z wielkiem usprawiedliwieniem) do modnego dziś strejkowania, prędzej czy później wszystkie kalendarze i dzienniki przestałyby wychodzić, a publiczne zajęcia w kraju zostałyby w znacznej części przerwane. Nie dosyć na tem. Żegluga angielska prawieby ustała lub ustała zupełnie, i to biorąc rzecz nie w przenośni lecz dosłownie. Nasze okręty musiałyby powrócić do zasad nawigacji, praktykowanych przez mieszkańców tych wysp przed 2000 lat; trzebaby wrócić do statków, pływających wzdłuż brzegów i macających drogę od miejsca do miejsca, przytem głównie w dzień biały. Dalekie podróże zamorskie stałyby się prawie niemożebnemi lub mogłyby być wykonywane tylko z narażeniem się na wielkie niebezpieczeństwa. System kolei żelaznych byłby

zupełnie wywrócony. Niewielka liczba pociągów mogłaby wprawdzie chodzić, ale w znacznych odstępach czasu, tylko przy świetle dziennem i z bardzo małą szybkością.

Mam nadzieję, że te ogólne myśli posłużą dostatecznym dowodem, że w „opowiadaniu o gwiazdach“ ukrywa się coś więcej, niż się to z pozoru wydaje.

ROZDZIAŁ II.

Pierwsze doświadczenia wśród gwiaździstej nocy.

Przypuśćmy, że jakiś badacz gwiazd stanie w piękny wieczór po zachodzie słońca na otwartem i możliwie wyniesionem miejscu. Urozmaicony i zadziwiający, aby nie powiedzieć malowniczy, widok przedstawi się jego oczom. Gwiazdy, niewidzialne podczas dnia, gdyż światło ich zabijało silniejsze światło słońca, zaczną się powoli ukazywać. Z początku będą się one zjawiały po jednej, potem wyłoni się nagle kilka naraz, a w końcu liczba ich tak wzrośnie, iż możnaby przypuścić, że się ich widzi kilka tysięcy, chociaż w rzeczywistości w żadnem miejscu i w żadnym czasie nie można widzieć gołem okiem na sklepieniu nieba więcej nad 3000 gwiazd.

Uważne badanie, trwające w jednym wypadku godzinę lub dwie, w innym dzień lub dwa, odkryje fakt podwójny: najpierw, że wszystkie objekty niebieskie poruszają się gromadą na

powierzchni nieba, od godziny do godziny; następnie, że dwie lub trzy świetniejsze gwiazdy nietylko przyjmują udział w ciągłym ruchu całej masy, lecz mają osobny ruch własny, wskutek czego albo z dnia na dzień albo z tygodnia na tydzień zmieniają położenia swe względem otaczających je migocących gwiazd. Wstrzymując się tymczasem od bliższego rozróżnienia dwu tych klas ciał niebieskich, zauważymy, że ciała, które migocą, i które nie mają (pozornie) ruchu względnego, są to tak zwane „gwiazdy stałe“, podczas gdy te inne, których danego wieczoru można widzieć tylko dwie lub trzy, mają całkiem inny charakter i zowią się „planetami“.

Biorąc niebo jako całość z 2000-mi lub 3000-mi widzialnych gołem okiem gwiazd, widz (na półkuli północnej) zwrócony tyłem ku południowi (łatwo zapamiętać, gdzie słońce było w południe), zauważy, że w kolejnych odstępach czasu, np. kwadransa lub godziny, ukazują się nad widnokręgiem nowe gwiazdy, wschodzące na prawo. Jeżeli przypatrywać się długo w nocy jakiejś jednej grupie gwiazd osobno, to można się przekonać, że się ona posuwa po niebie coraz wyżej w kierunku od wschodu ku zachodowi, po pewnym przeciągu czasu przestaje wznosić się wyżej, następnie schodzi coraz niżej na lewo i wreszcie znika pod widnokręgiem od zachodu. Ruch wszakże w wymienionej formie nie jest właściwością wszystkich gwiazd; o niektó-

rych nie można powiedzieć, ani że wschodzą, ani że zachodzą, gdyż są one zawsze ponad widnokręgiem. Należą tu gwiazdy, które widzi przed sobą badacz, zwrócony tyłem ku południowi, patrzący wprost ku północy. Wśród gwiazd, znajdujących się w tem położeniu, niektóre zdają się opisywać drogi, dotykające północnego punktu widnokręgu, inne zaś opisują drogi kołowe, ścieśniające się coraz bardziej w miarę zbliżania się ku pewnej określonej gwiaździe. Gwiazda ta wydaje się przez całą noc prawie nieruchomą i nazywa się „gwiazdą polarną“. Takie gwiazdy, które, jak zauważono, znajdują się zawsze nad widnokręgiem, byłyby widzialne w ciągu całych 24-ch godzin, gdyby nie światło słoneczne. Faktem jest, istotnie, że za pomocą dużego teleskopu, poruszającego się wraz z pozornym ruchem gwiazdy, można widzieć świetniejsze z tych gwiazd przez całe 24 godziny, dzień po dniu w ciągu całego roku, jeśli pogoda na to pozwala.

Opisany wyżej ruch nieba zwany jest powszechnie „ruchem dziennym“. Będziemy może mieli o nim lepsze pojęcie, jeżeli wyobrazimy sobie (jak to starożytni czynili), że się znajdujemy w środku sfery niebieskiej, że gwiazdy przymocowane są do wewnętrznej powierzchni tej sfery, i że ona obdarzona jest z zewnątrz ruchem wirowym, przyczem jednorazowy obrót trwa okres czasu, zwany przez nas dniem lub

dobą. Rozpatrując tym sposobem wszechświat, musimy, przy dalszem wytężeniu wyobraźni, przyjąć, że całe niebo obraca się naokoło niewidzialnej osi, zwanej osią świata, która przechodzi przez miejsce obserwacji i przez pewien punkt w pobliżu gwiazdy polarnej. Kierunek tego ruchu jest od wschodu ku zachodowi, i, podczas gdy w Anglji widzialnym biegunem idealnej osi świata jest biegun północny, drugi jej koniec wytknie w kierunku przeciwnym inny punkt, zwany biegunem południowym. Czytelnik, chcący sprawdzić powyższe twierdzenia, które w oderwaniu brzmią jako fakty urojone, musi przedsięwziąć podróż do półkuli południowej, naprzykład do Przylądka Dobrej Nadziei lub do Australji. Spotka się on wtedy z takiem położeniem rzeczy, które na razie może go trochę zmieszać. Straci on z oczu biegun północny i gwiazdę polarną, a także gwiazdozbiór Wielkiej Niedźwiedzicy (Wozu) i inne konstelacje związane z północą, i będzie musiał studjować zupełnie inny obraz. Aby oznaczyć punkt biegunowy, musi się zwrócić twarzą ku południowi zamiast ku północy; nie zobaczy on ani w punkcie bieguna północnego, ani w pobliżu jego żadnej świetnej gwiazdy, i nie znajdzie Wielkiej Niedźwiedzicy, co by wywołała w nim wspomnienia dzieciństwa i izby dziecinnej.

Uwagi powyższe utorowały drogę do oświadczenia, które musi być teraz uczynionem, że

nauka o gwiazdach w stosunku do ich położenia na niebie ściśle się łączy z ziemskiemi kwestjami geograficznemi; innemi słowy, że okazja do przeglądu jakiejść okolicy nieba zawsze zależy od szerokości (nie długości) geograficznej miejsca obserwacji. Gdziekolwiekbądź badacz się znajdzie, byle tylko nie bezpośrednio przy równiku lub biegunie, zobaczy, że niebo można podzielić na trzy strefy, z których każda ma swe właściwości. Pierwszą ogranicza idealne koło, zwane „kołem nieustającej widzialności“, granicę drugiej stanowi „koło nieustannego zasłonienia“, trzecia zawarta jest między dwoma temi kołami. Wszystkie gwiazdy, leżące między pierwszem kołem i biegunem widzialnym, będą ciągle widzialne przez cały rok, o ile naturalnie światło słoneczne lub niepogoda nie staną na przeszkodzie. Wszystkie gwiazdy, leżące między drugiem kołem i przeciwnym (albo niewidzialnym) biegunem, pozostaną zawsze przed widzem ukryte, ponieważ żadna z nich nie wschodzi na jego widnokręgu. Położenie rzeczy dla badacza na północnej półkuli jest odwrotne do tego, jakie spotyka badacz na jakiejś stacji półkuli południowej, np. w Australji: gwiazdy, co są ciągle widzialne w Anglji, będą ciągle niewidzialne w Australji, te zaś, których w Anglji nigdy widzieć nie można, będą ciągle na widoku w Australji [1]).

---

[1]) Twierdzenie zawarte w tekście wtedy tylko będzie

Czytelnik zapewne już dotąd zrozumiał, że, kiedy mówimy o sferze niebieskiej, o sklepieniu nieba, o osi świata lub biegunach, uciekamy się do czystej abstrakcji, obliczonej tylko na to, aby w sposób doraźny dać wyobrażenie o ruchu pozornym nieba, który trudno opisać słowami, trudno przedstawić na obrazku lub wytworzyć w postaci modelu z mechanicznemi przystosowaniami. Zauważmy jednak, że parę globusów sztucznych, rozumnie studjowanych, może być z pewnym pożytkiem. Nie od rzeczy może będzie nadmienić, że pojęcia i wyrażenia, których my używamy tylko jako obrazów, były używane przez astronomów starożytnych w rzeczywistem znaczeniu. Niektòrzy z nich głęboko wierzyli, że istnieje stałe niebieskie sklepienie, z materjalną osią, zaopatrzoną w bieguny, obracające się w nieruchomych skówkach, że gwiazdy są przymocowane do powierzchni sklepienia ćwiekami lub czemś w tym rodzaju. Można wymienić Witruwjusza, jednego z dobrze znanych pisarzy starożytnych, który zapisał jako fakty pojęcia tego rodzaju.

Zbyt głębokie zapuszczanie się w kwestje, poddane uwadze czytelnika w poprzednich kart-

zupełnie słuszne, jeżeli porównywane stacje leżą w zupełnie tych samych szerokościach geograficznych, jedna w północnej, druga w południowej. Naprzykład, Dunedin na Nowej Zelandji odpowiada mniej więcej Genewie w Szwajcarji.

kach, nie zgadzałoby się z planem tej małej pracy. Trzeba jednak dodać, że, podczas gdy długość geograficzna położenia badacza nie ma nic wspólnego z pytaniem, czy on w daną noc będzie widział pewne gwiazdy, stoi ona natomiast w związku z pytaniem, jakie gwiazdy o pewnej danej porze będzie widział Amerykanin w New-Jorku, Anglik w Londynie albo Indjanin w Kalkucie. Tak, np., kiedy mieszkaniec Londynu idzie spać o godzinie 11-ej w nocy, mieszkaniec New-Jorku będzie wtedy siedział przy obiedzie o 6-ej po południu, a Indjanin w Kalkucie będzie sobie przyrządzał śniadanie. Różnica 11-tu godzin czasu, istniejąca między New-Jorkiem a Kalkutą sprawia, że w dwu tych miejscach, o jakiejś jednej porze, badaczowi przedstawi się inna grupa gwiazd; ponieważ Londyn zajmuje środkowe położenie, mieszkańcy jego ujrzą nad głową gwiazdy, które dla Indjanina Kalkuty będą położone już blizko zachodniej strony widnokręgu, a dla mieszkańca New-Jorku będą dopiero wschodziły, ukazując się nizko nad zachodnią stroną widnokręgu.

Wprawdzie z niniejszej pracy wykluczone są, o ile możności, rzeczy matematyki i geometrji, to jednak mało jest kwestji, które mogą być bez nich wyłuszczone i zrozumiane przez czytelnika, jeżeli ten ostatni z nauki astronomji pragnie uczynić przyjemne i pożyteczne zajęcie.

Mówimy niekiedy, że pewne ciało znajduje się w położeniu „pionowem"; oznacza to, że „stoi ono prosto"; gwiazda jakaś znajduje się w kierunku pionowym, jeżeli jest właśnie nad głową widza. Kierunkiem pionowym jakiegoś miejsca jest ten, w którym pozostawione samemu sobie ciało zdaje się upadać, gdy uderza w tem miejscu o ziemię. Jestto zarazem kierunek sznurka, którego jeden koniec przymocowany nieruchomo, podczas gdy u drugiego wisi jakikolwiek ciężar. Połączenie takie stanowi pion, używany przez mularzy w celu zabezpieczenia prostopadłości stawianego muru. Oprócz tego, dodajmy, że pion pewnego miejsca jest zawsze prostopadły do powierzchni znajdującej się w spokoju wody.

Idealny punkt nieba, w którym przedłużony ku górze pion spotyka sklepienie nieba, nazywa się „zenitem" miejsca badania. Jestto, naturalnie, punkt ponad głową widza. Jeżeli ktoś wyobrazi sobie pion, przedłużony ku dołowi po przez ziemię, na jej drugą stronę [1]) i jeszcze dalej, dopóki tenże nie spotka sfery niebieskiej, to

---

[1]) Ilustruje to następująca anegdota: Pewien Amerykanin, zapytany o stosowność jakiegoś gruntu pod uprawę marchwi, powiedział, że rośnie ona w nim tak dobrze, iż zapuszcza korzenie aż na drugą stronę ziemi, tak, że ludzie kradną marchew, wyrywając ją za końce korzeni zamiast, jak się to zwykle czyni, za wierzchołki.

punkt, w którym jej się dotknie, będzie „nadirem“ dla powyższego badacza. Jeśli ktoś stanie w otwartem polu albo, lepiej jeszcze, w łódce na otwartem morzu, to zauważy, że widok ziemi w pierwszym wypadku, a widok morza w drugim odcina się od nieba kołową linją graniczną, badacz zaś będzie w środku koła. Koło to nazywa się horyzontem. Płaszczyzna horyzyntu (widnokrąg) czyli płaszczyzna pozioma, przechodząca przez miejsce badania, tworzy kąty proste z kierunkiem pionowym.

„Płaszczyzna południkowa“ danego miejsca jestto idealna płaszczyzna, przeprowadzona przez oś świata i przez zenit miejsca. Należyte badania pokazują, że najniżej i najwyżej leżące punkta kół, pozornie opisywanych przez gwiazdy, leżą w tej płaszczyźnie. Płaszczyzna południka przecina widnokrąg z północy na południe, po linji zwanej „linją południkową“ albo, poprostu „południkiem“ miejsca badania. Co to, właściwie, oznacza, łatwiej pojąć, jeśli zważyć pierwiastkowe znaczenie wyrazu. Pochodzi on od dwóch złączonych w jeden wyrazów łacińskich: medius — środek i dies — dzień; oznacza więc w istocie punkt widnokręgu, znajdujący się bezpośrednio pod okolicą nieba, gdzie bywa słońce, gdy ma już za sobą połowę swego biegu dziennego od wschodu ku zachodowi.

Po zrozumieniu, co to są widnokrąg i południk, łatwo rozróżnić cztery główne punkty

widnokręgu, północ, południe, wschód i zachód. Widz, znajdujący się w położeniu, wzmiankowanem na początku tego rozdziału, to jest zwrócony twarzą ku gwiaździe polarnej, będzie miał (w Anglji) przed sobą północ, bezpośrednio za sobą południe, na prawo wschód, a na lewo zachód. Odpowiednie nazwy angielskie: North, South, East, West mówią niewiele, ale po łacinie, np., północ—septentrio—przypomina siedem (septem) gwiazd w pobliżu bieguna północnego, znaczenie łacińskie południa już było wyżej wymienione, wschód—oriens—oznacza miejsce, gdzie słońce wschodzi, a zachód — ocsidens — miejsce, gdzie słońce zachodzi. Podobne do łacińskich są nazwy francuskie: septentrion, midi, orient, occident.

Potrzeba czasem oznaczyć położenie gwiazdy lub odległość jednej gwiazdy od drugiej przez wymierzenie lub oszacowanie wzdłuż płaszczyzny widnokręgu lub innej do niej równoległej. Mówi się wtedy, że to jest wymierzenie „azymutu“; aby to lepiej określić, wyobraźmy sobie płaszczyznę, przechodzącą przez zenit i przez jakąkolwiek gwiazdę; będzie ona w chwili badania azymutalną płaszczyzną gwiazdy, a kąt, który ta płaszczyzna tworzy z płaszczyzną południka, czyli odległość gwiazdy od południka, w ten sposób wymierzona, będzie „azymutem“ gwiazdy w chwili obserwacji.

Niezbędnem jest teraz powiedzieć kilka słów, dotyczących odległości kątowych i ich wymierzeń, muszą one być jednak bardzo ogólnikowe, bo nauka o kątach jest naprzód rzeczą geometrji, a potem dopiero astronomji.

Każde koło możemy sobie wyobrazić podzielonem na 360 stopni, każdy stopień (⁰) na 60 minut, a każdą minutę (′) na 60 sekund. Dawniej sekunda dzieliła się na 60 części, ale ten system rachunku wyszedł z użycia, i gdy zachodzi potrzeba, jak się to często zdarza, ułamków sekundy, uciekają się zwykle do systemu dziesiętnego. Bywają wypadki, w których dosyć poprzestać na minutach, sekundy zaś notuje się, jako części dziesiąte minuty. W innych znów wypadkach minuty i sekundy razem wzięte wyrażają się, jako dziesiąte części stopnia. Tak, np., $45^0\ 12'\ 20''$ można wyrazić jako $45^0\ 12'.33$ albo $45.^0 205$.

Ponieważ całe koło stanowi 360^0, więc półkole zawiera 180^0, czwarta część koła albo „kwadrant" zawiera 90^0, podczas gdy ósma część czyli „oktant" ma 45^0. Szósta część koła albo „sekstant" ma zastosowanie w astronomji, ale wyraz ten oznacza instrument, nie zaś odstęp. Wyrazy „oktant" i „sekstant, jako części koła, jakkolwiek istnieją, nie są w użyciu.

Stosując do podzielonego w ten sposób koła cztery wymienione punkty widnokręgu, otrzy

mujemy cyferblat kompasu okrętowego, a uważne rozpatrzenie sposobu, w jaki ten jest podzielony, utoruje nam drogę do należytego zrozumienia, jak mierzyć kąty w celach astronomicznych. Z załączonego rysunku widać, że podział koła na cztery części daje nam cztery główne punkty,



Fig. 1. Punkty kompasu.

N., E, S, W, (Północ, Wschód, Południe, Zachód). Każdy kwadrant obejmuje 90°, ponieważ całe koło zawiera 360°. Dzieląc każdy kwadrant na połowę, otrzymujemy podziały, zwane N. E. S. E., S. W., i N. W, (Północo-wschód, Południo-wschód, Południo-zachód, Północo-zachód). Każdy z nich zawiera połowę 90°, t. j. 45°. Następnie, dzieląc znów pół-kwadrant na połowę, otrzymujemy ćwierć-kwadranty, chociaż to wy-

rażenie nie jest w użyciu. Ćwierć-kwadranty dają nam punkty zwane N. N. E., E. N. E., E. S. E., S. S. E., S. S. W., W. S. W., W. N. W. i N. N. W.

Posiadamy teraz koło, podzielone na 16 części, z których każda ma $22^1/_2{}^0$. Marynarz jednak posuwa rzecz o dwa kroki dalej i, przepoławiając jeszcze wymienione odstępy, otrzymuje 32 tak zwane „punkty kompasu“; te, dalej podzielone, dają 64 działy koła, zwane już nie „punktami“ lecz „pół-punktami“.

Mówiąc ogólnie, podział koła w celach kierowania okrętem nie wymaga (z wyjątkiem wypadków poszczególnych) wielkiej delikatności; dosyć powiedzieć, że rozkaz, aby zmienić bieg okrętu o pół-punktu, t. j. mniej więcej o $5^1/_2{}^0$, uważa się na otwartem morzu za dostatecznie dokładny [1]).

Ale astronom przy mierzeniu odległości kątowych podczas badania słońca lub planet, a więcej jeszcze gwiazd, ma do czynienia z nieskończenie mniejszemi wielkościami, niż „człek przy kole“. Nietylko łuki wielkości 1″, lecz nawet

[1]) Uwaga ta nie stosuje się do dużych parowców, statków wojennych lub należących do marynarki handlowej. Te, o ile są zaopatrzone w parowe przyrządy sterownicze, sterowane są z dokładnością co do jednego stopnia koła.

ułamki sekundy biorą się tu pod uwagę; narzędzia astronomiczne zaopatrzone są w koła dużo większego obwodu i delikatniej podzielone, niż takie przenośne narzędzia, jak sekstanty i teodolity, używane przez żeglarzy na morzu i przez mierników na lądzie stałym.

ROZDZIAŁ III.

Blask i odległość gwiazd.

Nie wszystkie gwiazdy są jednakowego blasku: zwyczaj podzielił je na pewne klasy, zwane „wielkościami“. Największe i najjaśniejsze nazywają się gwiazdami pierwszej wielkości; za niemi idą gwiazdy drugiej wielkości, i tak dalej, wzdłuż skali ubywającej. Gwiazdy szóstej wielkości uważane są za najmniejsze widzialne gołem okiem, ale zapomocą teleskopu można badać gwiazdy do 15 ej wielkości, a nawet i mniejsze. Łatwo zrozumieć, że podział ten jest tylko luźną, dowolną frazeologją, został on jednak tak uświęcony czasem i zwyczajem, że pewnie nigdy nie będzie usunięty. Podczas gdy wszyscy zgadzają się, że najjaśniejszą gwiazdą na niebie jest Syrjusz, i że koło dwudziestu gwiazd, jakkolwiek mniej błyszczących niż Syrjusz, można zaliczyć do pierwszej wielkości, powstają ostre różnice w zdaniach przy odróżnieniu gwiazd,

drugiej wielkości od pierwszej, a jeszcze większe, skoro chodzi o określenie, gdzie się kończą gwiazdy drugiej wielkości, a gdzie zaczynają trzeciej. Trudności klasyfikacji niepomiernie wzrastają, i, rzec można, stają się nie do zwalczenia, w miarę tego, jak się posuwamy w dół po skali.

Zważywszy zamiłowanie ścisłości i dokładności, którem odznacza się nauka dziewiętnastego stulecia, szczególnem jest poniekąd, że tak mało uczyniono w celu wymierzenia na określonych podstawach blasku gwiazd, chociażby tylko tych, które są widzialne gołem okiem. Przed 60-ciu blisko laty John Herschel uczynił próbę w tym kierunku. Po wielu latach później, niektórzy Niemcy, zwłaszcza obserwator Seidel, brali się do tego, ale właściwie tylko profesor Pickering w Ameryce i ostatnio profesor Pritchard z Oksfordu, pracujący w Oksfordzie i Egipcie, otrzymali rezultaty pewnej wartości, na dobrze zorganizowanej podstawie. Prace Pickering'a, wykonane w obserwatorjum Harvard College w Bostonie, były ogłoszone w formie katalogu 4260 gwiazd, których wielkości były oznaczone za pomocą instrumentu według określonych łatwych do zrozumienia zasad optycznych. Katalog Pritchard'a zawiera mniej gwiazd niż Pickering'a, ale, jak i jego amerykański rywal, opiera się na podstawach filozoficznych; pomiary dokonano za pomocą instrumentu, zwa-

nego fotometrem klinowym. Szkoda tylko, że żaden z tych katalogów, jako dokonanych na północnej półkuli, nie obejmuje całej powierzchni nieba.

Przypatrując się gwiazdom z odrobiną uwagi, przekonamy się, że są one nietylko rozmaitego blasku, lecz i różnych kolorów. Dłuższe i delikatniejsze badania odsłaniają fakt, że niektóre z gwiazd zmieniają i blask i kolor. Kwestje te są tak nadzwyczajnie zajmujące, że lepiej będzie poświęcić im osobny rozdział. Jaśniejsze gwiazdy różnią się jedne od drugich pod wielu względami, i wiele z nich otrzymało w dawnych czasach szczególne, ciekawe imiona. W bardzo odległym okresie czasu ugrupowano je w gwiazdozbiory (konstelacje), z których większość dotąd się utrzymała i w niektórych wypadkach nie jest bez pożytku.

Pozostawiając rozpatrzenie konstelacji do osobnego rozdziału i przykuwając tymczasem naszą uwagę do gwiazd, jako przedmiotów pojedynczych, możemy zauważyć, że, aby odróżnić jedną gwiazdę od drugiej, starożytni astronomowie wskazywali gwiazdę, wymieniając położenie, zajmowane przez nią w gwiazdozbiorze, do którego należała. Tak, naprzykład, Aldebaran nazywano „Oculus Tauri“, t. j. „Okiem byka“. Zwyczaj ten naśladowali i szeroko rozwinęli Arabowie, i dużo wynalezionych przez nich

imion, skażonych lub przeistoczonych, pozostało dotąd w użyciu. Niemiecki astronom Bayer pierwszy uczynił próbę (około 1603 r.) na wielką skalę, aby uprościć, a więc ulepszyć stary plan, ale nazwy arabskie, czy to w swej arabskiej formie, czy w tłómaczeniu łacińskiem, zapuściły tak głębokie korzenie, że niektóre dotąd są jeszcze ciągle w użyciu. Plan Bayer'a polegał na tem, aby wybitniejsze gwiazdy każdej konstelacji nazywać kolejno głoskami greckiego alfabetu, chociaż popularna myśl, aby początkowe głoski alfabetu stosować do jaśniejszych gwiazd, końcowe zaś do mniej błyszczących, nie jest, na nieszczęście, przeprowadzoną. Jednakowoż litery greckie α, β, γ oznaczają często trzy najjaśniejsze gwiazdy konstelacji. Litery Bayer'a są ogólnie przyjęte, po każdej dodaje się nazwa odpowiedniej konstelacji w drugim przypadku. Tak, gwiazda nosząca imię Syrjusza, nazywa się α Canis Majoris, Arcturus zowie się α Bootis i t. d. Podobno Persowie przed 3000 lat, dzielili całe niebo na cztery wielkie okręgi, z których każdy miał być strzeżony przez „Królewską“ gwiazdę. Cztery błyszczące i znakomite gwiazdy, które zajmowały ważne stanowiska „stróżów“ tych okręgów, były Aldebaran w Byku, Antares w Niedźwiadku, Regulus we Lwie, i Fomalhaut w Rybie Południowej, ale uwaga Arago, wzmiankującego o tem podaniu, jakoby wymienione gwiazdy dzieliły niebo na cztery

prawie równe części, nie może być chyba poczytywaną za słuszną.

Rozdział ten możemy stosownie zakończyć, przytaczając listę gwiazd zaliczanych powszechnie do pierwszej wielkości, ułożoną według ich blasku:

1. α Canis Majoris (Sirius).
2. α Argus (Canopus). Niewidzialna w Anglji.
3. α Centauri. Niewidzialna w Anglji.
4. α Bootis (Arcturus).
5. β Orionis (Rigel).
6. α Aurigae (Capella).
7. α Lyrae (Vega).
8. α Canis Minoris (Procyon).
9. α Orionis (Betelgueze).
10. α Eridani (Achernar). Niewidzialna w Anglji.
11. α Tauri (Aldebaran).
12. β Centauri. Niewidzialna w Anglji.
13. α Crucis. Niewidzialna w Anglji.
14. α Scorpii (Antares).
15. α Aquilae (Altair).
16. α Virginis (Spica).
17. α Piscis Australis (Fomalhaut).
18. β Crucis. Niewidzialna w Anglji.
19. β Geminorum (Pollux).
20. α Leonis (Regulus).
21. α Cygni (Deneb).

Co się tyczy pierwszych 13-tu z powyższych gwiazd, to nie ma wielkiej różnicy w zdaniach przy oznaczeniu im miejsca w liście (chociaż podług niektórych powag Vega i Capella powinny wzajemnie zamienić miejsca), ale co do 7-miu pozostałych nie ma tej samej zgody: niektórzy kładą gwiazdy Altair i Spika przed Antares, a gwiazdę Regulus przed Fomalhaut, Pollux i β Crucis. Gwiazdy te są prawie równo rozdzielone między półkulą północną i południową, bo 10 należy do północnej, 11 do południowej.

Oto są przybliżone daty, w których poprzednie gwiazdy, o ile są widzialne w Anglji, przechodzą przez południk o północy: [1])

Procyon 14 stycznia	Deneb 31 lipca
Polluks 15 stycznia	Fomalhaut 3 września
Regulus 21 lutego	Aldebaran 28 listopada
Spika 11 kwietnia	Kapella 8 grudnia
Arktur 24 kwietnia	Rigel 8 grudnia
Antares 27 maja	Betegajca 18 grudnia
Wega 29 czerwca	Syrjusz 31 grudnia
Altair 18 lipca	

Niezupełnie oddzieloną od kwestji blasku gwiazd jest kwestja ich odległości. Niepouczony czytelnik może naturalnie powiedzieć, że

[1]) W Polsce gwiazdy te przechodzą przez południk mniej więcej o $1\frac{1}{2}$ godziny wcześniej (*przyp. tłóm.*).

zmierzenie odległości gwiazd od ziemi jest niemożebne. O ile jednak określi się zasadę w tej pracy, zagadnienie wydaje się łatwem. Trudności leżą głównie w wykonaniu praktycznem, i tu znów więcej z powodu nadzwyczajnej delikatności pomiarów i niezbędnych przy tem środków ostrożności, niż wskutek innych przyczyn. Proces polega jedynie na wykonaniu pewnych wymierzeń kątów i zastosowaniu do nich niektórych znanych twierdzeń trygonometrji. Mało się on różni od podobnych operacji, wykonywanych codziennie na ziemi przez mierników. Zrozumiemy to może lepiej, rozważając, co się stanie, jeżeli ktoś wejdzie do dużego parku z jednej strony z zamiarem przejścia przezeń na drugi koniec. Drzewa w oddalonej części alei zdają się w niewielkiej odległości jedne od drugich, i pień jednego z nich wydaje się prawie zakrytym przez pień drugiego, stojącego w środku parku; skoro jednak przechodzień posunie się naprzód (o jakie może 50 łokci angielskich), przekona się, że dwa ostatnio wymienione drzewa, przed minutą lub dwoma prawie dotykające jedno drugiego, są widocznie w pewnej od siebie odległości, a jeszcze po minucie (przypuśćmy, po przejściu znowu 50 łokci) zobaczy, że przynajmniej 120 łokci rozdziela drzewa, które, zanim ruszył z miejsca, wydawały mu się razem. Zmiana ta jest skutkiem „pa-

ralaksy“; pozorna zmiana miejsca drzew zależy od rzeczywistej zmiany miejsca przez widza. Przypuśćmy jednak, że dwa upatrzone, jak powyżej, drzewa, zamiast żeby się znajdowały w tym samym parku, będą oddalone od widza o dwie mile; wtedy zbliżenie się o 50 łokci wywoła tak małą zmianę, że, jakkolwiek za pomocą teleskopu z mikrometrem można ją odkryć, gołem okiem ocenić jej niepodobna. Zkąd to pochodzi? W pierwszym wypadku odległość 50-ciu łokci stanowiła znaczną część odległości (przypuśćmy 400 łokci) drzew od punktu, z którego wyruszył przechodzień, (50 : 400=1 : 8), ale w drugim wypadku 50 łokci będzie tylko małym ułamkiem całej przestrzeni (powiedzmy 4000 łokci), dzielącej przechodnia od drzew (50 : 4000=1 : 80).

Zastosujmy to do gwiazd. Przypuśćmy, że jakiś badacz skieruje teleskop ku niebu 1-go stycznia, gdy ziemia znajduje się w pewnym punkcie swej drogi naokoło słońca. Przypuśćmy, że określi on położenie jakiejś gwiazdy. Następnie, czeka 6 miesięcy, i 1-go lipca znów określa położenie wybranej gwiazdy; widzi przytem, że zajmuje ona to samo miejsce. A jednak podwójny promień ziemskiej drogi czyli 186 miljonów mil ang. oddziela go od miejsca, które zajmował 1-go stycznia! Jeśli pomimo tej ogrom-

nej zmiany miejsca gwiazda wydaje się w tem samem położeniu, to badacz rozumuje, że 186 miljonów mil musi być tylko nieznaczną cząsteczką jej odległości od nas, podobnie jak 50 łokci stanowi tylko małą cząstkę 4000 łokci.

Zasada powyższa była zastosowana do kilku setek gwiazd, ale tylko koło dwóch tuzinów dały dodatnie rezultaty. Ostatnie pokazują, że najbliższą ze zbadanych gwiazd jest α Centauri, i że 4 następne co do blizkości są 61 Cygni, 21,185 Lalanda Ursae Majoris, Syrjusz i η Cassiopeiae.

Takie jedności, jak mila, a nawet miljony mil, są za małe, aby je wygodnie było używać przy określaniu odległości, dzielących nas od gwiazd, to też zwykle używa się za jedność droga, którą światło przebywa w ciągu roku. Wiadomo, że światło przebiega w sekundę koło 185,000 mil czyli w ciągu jednego roku 63,000 odległości ziemi od słońca. Jeżeli zastosujemy te dane do α Centauri, to znajdziemy, że, ponieważ paralaksa tej gwiazdy wynosi $^3/_4$ sekundy łuku, promień światła od niej dochodzi do ziemi dopiero po upływie $4^1/_4$ lat. Odległość taka w milach wynosi 24,750,000,000,000; a α Centuari, o ile nam wiadomo, jest najbliższą gwiazdą! Czytelnik nie będzie chyba wymagał dalszego wyjaśnienia, że mila jest beznadziejnie bezskuteczną i nieodpowiednią jednością do wyrażenia

odległości gwiazd. Pozostaje jeszcze dodać, że wątpliwem jest, czy otrzymane dotąd paralaksy są dokładne do $^1/_{50}$ sekundy łuku. Obserwacje paralaksy gwiazd wymagają pierwszorzędnych instrumentów i ludzi, z tego też względu nie są dotąd ani liczne ani szczególniej zgodne.

ROZDZIAŁ IV.

Ugrupowanie gwiazd w gwiazdozbiory (konstelacje).

Gwiazdy widzialne gołem okiem rozpatrywane są zwykle w grupach, zwanych gwiazdozbiorami (konstelacjami). Okoliczności, wśród których to ugrupowanie powstało, zawiera tak dużo zajmujących punktów historycznych, że historja gwiazdozbiorów może śmiało utworzyć osobny rozdział. Niech mi więc wolno będzie ograniczyć rozdział niniejszy do kilku ogólnych wzmianek i uwag co do rozpoznawania gwiazdozbiorów.

Czytelnik, któryby zapragnął czynić to z łatwością, musi się wziąć do badania gwiazd systematycznie, podług pewnego określonego planu, i pracować w regularnych niezbyt długich odstępach czasu w ciągu 12-tu miesięcy. Namawiając do tego, kładę główny nacisk na robotę systematyczną, bez długich przerw czasu. Ważność tego będzie zrozumiałą, jeżeli zapamiętać, że dana gwiazda przechodzi przez południk co

noc o 4 minuty wcześniej, niż nocy poprzedzającej. Wskutek tego po dwóch tygodniach, o tym samym czasie badania, gwiazda będzie przesuniętą o 15⁰ łuku. Innemi słowy, jeżeli badacz chce zobaczyć pewną gwiazdę w czasie jej przejścia przez południk w dwa tygodnie po pierwszej obserwacji, to musi zająć miejsce przy teleskopie (w razie, jeżeli ten ustawiony jest w płaszczyźnie południkowej) o godzinę wcześniej, niż przed dwoma tygodniami. Praktyka prędko pokaże, dlaczego nieregularność czasu obserwacji nietylko nie przynosi żadnej korzyści, ale istotną niekorzyść. Zwykłym celem studjującego powinna być nie ciągła zmiana godziny zajęcia, lecz ciągła zmiana samego zajęcia, a więc, skoro chce poznać nazwy wszystkich gwiazd, powinien godziny zajęcia (dla wygody osobistej) określić stale, naprz. od 9-tej wieczór do 12-ej.

Jest jeszcze inna, równie nagląca przyczyna, aby pracować regularnie i unikać długich przerw. Jakkolwiek gwiazdy, mówiąc ogólnie, zachowują te same położenia jedne względem drugich w ciągu całego roku, to przecież dla niewprawnego oka stanowi pewną trudność utożsamienie poszczególnych gwiazd, wtedy gdy się znajdują w samym południku i w położeniu ukośnem względem niego, t. j. na wschód od niego podczas wschodu i na zachód podczas zachodu. Różnice te mogą właściwie być ocenione tylko z doświadczenia w otwartem polu, pod-

czas gwiaździstej nocy, bo żaden opis nie może ich oddać.

Turysta, podróżujący w górzystej okolicy, o ile nie jest miernikiem z zawodu, nie będzie sobie zadawał pracy z wyznaczeniem południka i określenia za pomocą instrumentu poszczególnych szczytów i wież w celu zanotowania ich na papierze. Podróżując dla przyjemności, nie będzie miał, prawdopodobnie, przy sobie nic więcej, jak tylko mapę i kompas kieszonkowy, i zamiarem jego będzie tylko rozpoznanie szczególnych wierzchołków gór, wież kościelnych, wiosek i innych godnych uwagi przedmiotów. Ma on wtedy tylko jedną drogę do działania. Rozpoznawszy za pomocą przewodnika i mapy lub informacji miejscowych dwa lub trzy przedmioty wydatne, których tożsamość nie ulega żadnej wątpliwości, będzie on wodził okiem od jednego punktu do drugiego, spoglądając też ciągle na mapę i kompas. W ten sposób, zaczynając od dwóch lub trzech przedmiotów, rozpoznanych z zupełną pewnością, będzie w stanie nauczyć się nazw wszystkich miejscowości w polu widzenia, w liczbie kilku nawet tuzinów.

Ten sam sposób postępowania można polecić studjującemu niebo. Zabierając się do pracy, niech weźmie za punkt wyjścia dwie lub trzy świetniejsze gwiazdy i upewni się co do ich nazw. Następnie, niech szuka drogi między niemi, wyznaczając w myśli, jeden po drugim, ma-

łe trójkąty gwiazd, niech porównuje każdy z nich z mapą, w miarę posuwania się naprzód, starając się przytem nie rozpoznawać drugiego trójkąta, dopóki się nie upewni co do tożsamości gwiazd, tworzących pierwszy.

Było już wymienione, że, do oznaczenia jaśniejszych gwiazd każdej konstelacji, używa się głosek greckiego alfabetu. Odpowiednia znajomość małych liter tego alfabetu jest zatem niezbędną dla każdego badacza gwiazd.

Litery te są następujące:

α	Alfa	ν	Niu
β	Beta	ξ	Ksi
γ	Gamma	ο	Omikron
δ	Delta	π	Pi
ε	Epsilon	ρ	Rho
ζ	Dzeta	σ	Sigma
η	Eta	τ	Tau
ϑ	Theta	υ	Upsilon
ι	Jota	φ	Fi
κ	Kappa	χ	Chi
λ	Lambda	ψ	Psi
μ	Miu	ω	Omega

Postaram się teraz zastosować powyższe zasady do rozpoznawania gwiazd, biorąc za punkt wyjścia Wielką Niedźwiedzicę, jako wybitniejszą z konstelacji, nie zachodzących nigdy w szerokości geograficznej Londynu. Ogon i tylne

ćwiartki stanowią 7 świetnych gwiazd. Cztery z nich (α, β, γ, δ) oddawna były uznane jako podobne do Wozu, a 3 pozostałe nazwane fantazyjnie końmi; wszystkie siedem tworzą tak zwany „Wóz Karola“ albo „Pług“, jeżeli użyć nazw staro angielskich. Tylne koła albo 2 gwiazdy (β, α) więcej oddalone od koni nazywają się „Wskazówkami“, ponieważ wskazują gwiazdę



Fig. 2. Wielka Niedźwiedzica.

polarną czyli biegunową (α Ursae Minoris), znajdującą się na końcu ogona Małej Niedźwiedzicy. Linia przeprowadzona od „Wskazówek“ poza gwiazdę polarną prowadzi do Cefeusza i Kassyopei — gwiazdozbiorów, spotykających Drogę Mleczną, która w tem miejscu zbliża się do bieguna. Kassyopeja zawiera kilka wybitnych gwiazd, tworzących grupę podobną do litery W albo do

M, stosownie do pory roku, w jakiej się na nią patrzy. Dwa bliżej północy położone koła Wozu (δ, α Ursae Majoris) wskazują świetną gwiazdę Capella (Koza) (α) w gwiazdozbiorze Auriga, która w szerokości geograficznej Anglji również nigdy nie zachodzi. Gwiazdy Wielkiej Niedźwiedzicy mogą być z korzyścią użyte przez badacza jako przybliżona skala odległości kątowych przy ocenie odległości między gwiazdą a gwiazdą. A mianowicie: Wskazówka (α) bliższa bieguna znajduje się o $28^3/_4{}^0$ od niego; odległość β od γ wynosi 8^0, od ζ do η 7^0, od α do β 5^0, od γ do δ i od ε do ζ po $4^1/_2{}^0$.

Idąc wzdłuż Drogi Mlecznej od Kassyopei ku Kapelli (α Aurigae) napotykamy α Persei a nieco dalej od bieguna znajdujemy Algol (β Persei), znakomitą gwiazdę zmienną w Głowie Meduzy. Jeżeli zwrócimy wzrok wpoprzek Drogi Mlecznej w przeciwnym kierunku, to spotkamy Deneb, najjaśniejszą gwiazdę (α) konstelacji Cygnus (Łabędź), a poza tą, trochę w bok od Drogi Mlecznej, znajduje się Wega, najjaśniejsza gwiazda (α) w konstelacji Lyra (Lutnia). Draco (Smok) składa się z długiego kręcącego się łańcucha gwiazd, biegnącego koło Ursae Minor (Małej Niedźwiedzicy). W przestrzeni, ograniczonej przez gwiazdozbiory Cassiapeia, Cygnus i Draco, leży Cepheus (Cefeusz).

W pobliżu gwiazdy Algenib (γ Pegasi),

zmierzając prosto ku niej, leżą 2 wybitne gwiazdy (α, β) konstelacji Andromeda, trzecia zaś (γ) znajduje się cokolwiek dalej. Andromeda, może być łatwo poznana z tego, że jej jasna gwiazda (α) wraz z trzema gwiazdami (α, β, γ) Pegaza tworzy dobrze znany „Czworobok Pegaza".

Idealna linja, przeprowadzona przez Wielką Niedźwiedzicę i Kozę, spotyka „Plejady", godną uwagi grupę w Byku, o której więcej powiemy dalej (w Rozdz. XIV), a zawracając pod kątemprostym, przechodzi przez Aldebaran (α Tauri czyli Oko Byka) i ramiona (α, γ) Oryonu. Dla nieuzbrojonego oka Orjon jest jedną z najpiękniejszych konstelacji, bogatą również w przedmioty teleskopiczne. Oryon może być zawsze poznany po trzech jasnych gwiazdach w „Pasie" zajmującym środek dużego czworąkąta jeszcze jaśniejszych gwiazd. Aldebaran jest czerwoną gwiazdą, najświetniejszą z „Hyad", gromady, podobnej do litery V, niedaleko od Plejad. Aldebaran, Plejady i Algol (β Persei) tworzą górne, a Menkab (α Ceti), w Szczęce Wieloryba, z Baranem (Aries) dolne punkty dużego W. W głowie Barana znajdują się dwie główne gwiazdy (α, β), z których β posiada małego towarzysza.

Idealna linja, przeciągnięta od gwiazdy biegunowej przez punkt środkowy między Wielką Niedźwiedzicą i (Kozą, (α Aurigae), przechodzi przez dobrze znane gwiazdy Castor i Pol-

lux (α, β Geminorum), główne w Bliźniętach, a na południe od ostatnich leży Procyon (α Canis Minoris), najjaśniejsza gwiazda w Małym Psie. Stamtąd, zginając linję wpoprzek Drogi Mlecznej do spotkania Syryusza (α Canis majoris) w Paszczy Wielkiego Psa, przechodzi się dalej ku dosyć jasnej gwiaździe Columbae, w Anglji prawie w południowym punkcie widnokręgu, odległej o 33° na południe od środkowej gwiazdy w Pasie Oryona.

Algol (β Persei) i Castor wskazują ku gwiaździe Regulus (α Leonis albo Cor Leonis, „Lwie Serce“) znajdującej się na jednym końcu łuku, na drugim końcu którego leży Denebola (β Leonis), w kiści Lwiego Ogona. Na południe od Regulusa znajduje się Cor Hydrae (α), przechodząca przez południk o trzy kwadranse wcześniej niż Regulus; przestrzeń między nieni wypełnia nieznaczna tegoczesna konstelacja Sekstant.

Gwiazda biegunowa i środkowy koń Wozu (ζ) prowadzą nas do gwiazdy Spica (Kłos), najjaśniejszej w gwiazdozbiorze Virgo (Panna), a nieco dalej ku poziomowi spotykamy Centaura. Gwiazda biegunowa i pierwszy koń (η Ursae majoris) prowadzą nas do Arktura (α Bootis), który z Kłosem (α Virginis) i z Regulusem (α Leonis) tworzy wspaniały trójkąt. W pewnej odległości ku południowi leży Antares (α Scorpii), „Rywal Marsa“, który z Arkturem i Kło-

sem tworzy inny wielki trójkąt, zawierający wewnątrz jasne gwiazdy α i β Librae.

Corona Borealis (Korona Północna) jest prawie na jednej linji z Wegą (α Lyrae) i Arkturem (α Bootis), a Herkules i Ophiuchus (Wężownik) leżą między Lirą i Scorpionem. W Drodze Mlecznej, poniżej części znajdującej się w pobliżu Liry, na jednej linji z Arkturem i głową Herkulesa, widzimy jasną gwiazdę Altair w Orle (α Aquilae), która z Wegą i Deneb (α Cygni) tworzy wybitny trójkąt. Nieopodal od Orła (Aquila) znajduje się godna uwagi grupa gwiazd, zwana konstelacją Delphinus (Delfin).

Ostatnia i najświetniejsza (α) z trzech głónych gwiazd w Andromedzie tworzy z trzema gwiazdami Pegaza już wymieniony wielki „Czworobok", a linja, idąca przez β i α Pegaza prowadzi do Fomalhaut (α Piscis Australis) w czeluści Ryby Południowej, między ogonami Wieloryba (Cetus) i Koziorożca (Capricornus).

Badacz, oswojony z wymienionemi dotąd gwiazdami, łatwo przeprowadzi na niebie linję ekliptyki. W pobliżu Plejad, Hyady w Byku, z Aldebaranem (α Tauri), znajdują się cokolwiek na południe od ekliptyki. Na północo-zachód od Aldebarana, w pewnej od niego odległości, leży α Arietis, główna gwiazda w Baranie, a na północo-wschód Castor i Pollux (α i β Geminorum). Regulus (α Leonis) jest na linji ekliptyki, a Spica (α Virginis) nieco na południe od niej. Uczy-

niwszy w ten sposób początek z nakreśleniem ekliptyki, rozróżnimy z łatwością konstelacje Zodjaku czyli Zwierzyńca w następującym porządku od zachodu ku wschodowi: Aries (Baran) leży między Andromedą od północy i Wielorybem od południa; trzy te gwiazdozbiory zajmują przestrzeń prawie od zenitu do poziomu; Taurus (Byk) łatwo może być poznany po Plejadach, Aldebaranie (α) i Hyadach; Gemini (Bliźnięta), najwyższa z konstelacji Zodyaku na półkuli północnej, odznacza się gwiazdami Castor i Pollux (α i β); Cancer (Rak) zawiera historyczną grupę Praesepe wśród pustej prawie pod względem gwiazd przestrzeni; Leo (Lew) z głównemi gwiazdami Regulus (α) i Denebola (β); Virgo (Panna) z gwiazdą Spica (α) na południe od Coma Berenices; Libra (Waga) znajduje się w połowie odległości między konstelacjami Virgo i Scorpio (Niedźwiadek); Scorpio odznacza się czerwoną gwiazdą Antares (α) i trzema jasnemi gwiazdami (β, δ, π); Sagittarius (Strzelec) jest najniższą (najdalej posuniętą na południe) konstelacją Zodyaku; Capricornus (Koziorożec) leży na południe od Delfina, Aquarius (Wodnik) pod szyją Pegaza, Pisces (Ryby) między Pegazem, Andromedą i Wielorybem. Następujące rymy, jakkolwiek nie sięgające do szczytu „poezyi", pomogą może do utrwalenia w pamięci powyższych konstelacji:

Barana, Byka i Bliźnięta
Każdy wszak łatwo zapamięta;

W pobliżu Raka Lew jaśnieje,
A obok Panna promienieje.
Waga, Niedźwiadek, Strzelec żwawy
I Koziorożec bez obawy
Suną po niebie, a znów dalej
Wodnik i Ryby błyszczą stale.

Podany opis nieba, który może być nazwany „osobiście prowadzoną“ podróżą po niebie, jest tylko szybką i powierzchowną nauką, to też mam nadzieję, że wszyscy moi czytelnicy, którzy towarzyszyli mi dotąd, zapragną czegoś wyższego i dokładniejszego, chociażby nawet mieli napotkać szczegóły, wymagające pewnej sumy wysiłku i pilności, aby je objąć.

Zupełną listę gwiazdozbiorów, ułożoną w tym porządku, w jakim kolejno przechodzą przez południk, t. j. podług wznoszeń prostych, znajdzie czytelnik w Dodatku; należy jednak naprzód wyjaśnić, co to jest „Wznoszenie proste“ (Ascencio Recta), a także co jest „zboczenie“ (Declinatio). Łatwiej to może wyłożyć, posiłkując się pewną analogją ziemską.

Każdy, zapewne, wie, że Kartum leży w Afryce. Ale czy wielu z moich czytelników, otworzywszy atlas, mogą na mapie Afryki odrazu wskazać palcem miasto Kartum? Jeżeli jednak czytelnik wie uprzednio, że Kartum leży pod 15⁰ 35′ szerokości geograficznej północnej i pod 32⁰ 30′ długości wschodniej od Greenwich'u, to odnalezienie go na mapie będzie rzeczą łatwą,

dającą się szybko uskutecznić przy pomocy sieci linji, co biegną wzdłuż i wszerz mapy. Otóż czem szerokość i długość są dla geografji ziemi, tem zboczenie i wznoszenie proste są dla geografji nieba, z małą jednak różnicą.

Nie trudno wytłomaczyć, co jest zboczenie. Widzieliśmy już, że całe widzialne niebo może być uważane jako sfera, w środku której my na ziemi się znajdujemy, i że sfera ta obraca się koło idealnej osi, przechodzącej przez dwa bieguny. Pośrodku między dwoma biegunami leży równik, a ponieważ odległość od bieguna do bieguna wynosi półkole (180°), więc odległość biegunowa równika niebieskiego (który jest równikiem ziemskim rozszerzonym tak, żeby objął kulę niebieską), wynosi 90°. W niektórych wypadkach astronomowie liczą odległości kątowe od północnego bieguna ku równikowi, powszechnie jednak rachują je od równika ku biegunom, ku północy lub ku południowi stosownie do okoliczności. Stąd otrzymujemy wyrażenia „zboczenie północne“ i „zboczenie południowe“, które w stosunku do miejsca gwiazdy są poniekąd tem, czem są wyrażenia „północna szerokość geograficzna“ i „południowa szerokość geograficzna“ w stosunku do miejsc na ziemi.

Termin „wznoszenie proste“ nie wchodzi do głowy z równą łatwością. Przy oznaczaniu długości geograficznych na ziemi niema trudności

w wynalezieniu określonego, nieruchomego punktu wyjścia. Niektóre narody europejskie używają w tym celu południka Greenwich, chociaż Francuzi liczą od Paryża, Niemcy od Berlina i t. d. Ale w wypadku gwiazd niełatwo jest wynaleźć punkt zera, a jeszcze trudniej punkt ten zachować. Jednakowoż astronomowie już oddawna zgodzili się co do tego, aby za początek wznoszeń prostych uważać tak zwany „Pierwszy punkt Barana“ czyli „Punkt wiosennego porównania dnia z nocą“. Jest to punkt, w którym słońce w ciągu swej rocznej wędrówki po przez gwiazdozbiory Zodyaku przechodzi równik, zwracając się z południa ku północy, w miesiącu marcu, 20-tego dnia tego miesiąca. Przyjęta ogólnie nazwa łacińska tego punktu, „Vernal equinox“ oznacza chwilę równej nocy z dniem na wiosnę (ver—wiosna, oequus—równy, nox—noc). W tej właśnie chwili zegary astronomiczne w obserwatorjach wskazują $0.^h\ 0.^m\ 0.^s$ (0 godzin, 0 minut, 0 sekund). Wskutek działania przyczyn przeszkadzających, wyłuszczenie których nie należy do niniejszego rozdziału, a raczej do niniejszej książki, punkt ten ciągle zmienia miejsce na niebie. Tak zwana „Precesja punktów równonocy“ jest cofaniem się punktu wiosennego o blisko 50″ rocznie, i to właśnie miałem na myśli, mówiąc że zero wznoszeń prostych nie jest łatwem do znalezienia, a jeszcze trudniej-

szem do zachowania. Obecnie musi nam wystarczyć dla naszego celu uwaga, że, jeśli chcemy wyznaczyć wznoszenie proste gwiazdy, musimy w myśli przeprowadzić przez nią południk, następnie wyobrazić sobie południk, przechodzący przez punkt wiosenny, i zauważyć kąt między pierwszym i drugim z tych południków, licząc stopnie łuku wzdłuż równika od zachodu ku wschodowi. Kąt ten będzie wznoszeniem prostem (R. A.) gwiazdy. Można go wyrazić w stopniach, minutach i sekundach łuku ($^{\circ}\,'\,''$), lub też w godzinach, minutach i sekundach czasu ($^{h.\ m.\ s.}$); ostatni sposób jest ogólnie przyjętym.

Stosunek łuku do czasu przy mierzeniu kątów wznoszenia prostego łatwo zapamiętać, zważywszy, że minuta lub sekunda czasu przedstawia 15 razy większy odstęp niż minuta lub sekunda łuku, a godzina czasu wynosi 15 razy 1^{0}, czyli 15^{0}. Minuty i sekundy czasu oznacza się początkowemi literami ich nazw, podczas gdy minuty i sekundy łuku znakami szczególnymi. Otrzymujemy w ten sposób następującą tabliczkę, którą czytelnik zechce mocno zapisać w pamięci:

$$1^{h} = 15^{0} \qquad 1^{0} = 4^{m}$$
$$1^{m} = 15' \qquad 1' = 4^{s}$$
$$1^{s} = 15'' \qquad 1'' = 0.^{s}\ 066$$

Nie od rzeczy będzie przestroga, dana czytelnikowi przed pułapką, w którą wpaść może:

„znaki Zodyaku“ nie są tem samem, co „konstelacje Zodyaku“. Przed 2000 lat starożytni astronomowie, przy swej znajomości 12-tu konstelacji zwierzyńcowych, wpadli w naturalny lecz nieodpowiedni zwyczaj mówienia, że słońce wśród swego pozornego biegu rocznego wzdłuż ekliptyki wstępuje kolejno w rozmaite znaki zwierzyńca i występuje z nich. Każdy z tych znaków był umieszczony na tem samem miejscu, co konstelacja, od której brał nazwę. Zaczynając od punktu wiosennego, pierwsze 30^0, przez które słońce przechodziło, czyli okolica nieba, gdzie słońce przebywało w ciągu pierwszego miesiąca, nazywano znakiem Barana. Następne 30^0 były nazwane znakiem Byka, i t. d. przez wszystkie 12 znaków, które są tej samej nazwy i idą w tej samej po sobie kolei, co 12 gwiazdozbiorów. Chociaż jednak jest zawsze 12 znaków i 12 gwiazdozbiorów, znaki i gwiazdozbiory nie odpowiadają już jedne drugim. Jakkolwiek słońce, przechodząc przez równik w marcu, wstępuje w znak Barana, to jednak w konstelację Barana wstępuje dopiero prawie o miesiąc później. Sprzeczność ta pochodzi od nagromadzenia się rocznego po 50″ w ciągu wymienionych 20-tu wieków i stoi w związku ze zjawiskiem precesji, o którem wyżej była krótka wzmianka.

Te wyjaśnienia wstępne dadzą czytelnikowi możność zabrania się poważnie do studjowa-

nia gwiazdozbiorów. Pracę tę można wykonywać podczas gwiaździstej nocy, przy pomocy dobrej mapy nieba [1]) i latarki, używając lub nie, jak komu dogodniej, lornetki. W Dodatku znajduje się tabelka gwiazdozbiorów, z pominięciem kilku nieznacznych tegoczesnych, które nie zostały przyjęte powszechnie przez astronomów.

---

[1]) Z angielskich niema lepszej nad mapę Keith Johnston'a, wydanie Hind'a: gwiazdy są tam białe na ciemno-niebieskiem tle. Klein'a, wydanie S. P. C. K., jest też tania i bardzo dobra.

ROZDZIAŁ V.

Historja gwiazdozbiorów.

Ugrupowanie gwiazd w gwiazdozbiory sięga tak odległych czasów, że śmiało rzec można, iż zwyczaj ten jest tak stary, jak i pamięć ludzka. W Piśmie Świętem ślady jego są widoczne. Trzy następujące ustępy, które cytuję z Pisma Świętego [1]) cokolwiekbądź innego można o nich powiedzieć, każą wnioskować, że uczynione w nich przymówienia dotyczą ogólnie ustanowionego zwyczaju:

> «Który czyni Wóz niebieski, Kosy [2]) i Baby [3]) i gwiazdy południowe».
>
> *(Job. IX. 9.).*
>
> «Izali będziesz mógł złączyć jasne gwiazdy Baby, abo Okrąg Wozu niebieskiego będziesz mógł rozerwać? Izali wywodzisz Jutrzenkę czasu swego, a zwierzęcej gwiaździe nad synami ziemskimi wstawać każesz?» *(Job. XXXVIII. 31—2.).*
>
> «Tego (szukajcie), który uczynił Wóz niebieski i Kosę.» *(Amos V. 8.).*

---

[1]) W przekładzie X. J. Wujka. [2]) Orion. [3]) Plejady. (*Przyp. tłom.*).

Liczba konstelacji, będących obecnie w użyciu, wynosi 80 lub 90, licząc i te, które zostały wynalezione w ostatniem stuleciu, głównie na półkuli południowej, nie obejmuje jednak wszystkich, co były proponowane. Ktoś słusznie zauważył: „Przed 50-ciu laty żaden astronom nie mógł się uspokoić, dopóki nie ozdobił jakiej małej gromady gwiazd swego własnego wyboru imieniem swego własnego wyrobu“. Z konstelacji obecnie rozpoznanych nie mniej nad 48, i to, z małym zaledwie wyjątkiem, największych i najlepiej znanych, zapisane są u Ptolemeusza, mają więc niezaprzeczone prawo do 2000-letniej starożytności, data jednak rzeczywistego wynalezienia każdej z nich jest zupełnie nieznaną. Seneka przypisuje podział nieba na gwiazdozbiory Grekom, na 1400 lat przed Chrystusem, ale dowodów na to niema, i jeżeli wolno stawiać wnioski, nie posiadając faktów (jak się to dziś zwykle dzieje), to byłbym skłonniejszym chlubę wynalezienia gwiazdozbiorów ustąpić Chaldejczykom lub Egipcjanom, albo obu tym narodom w ten sposób, że Egipcjanie rozwinęli to, co im się dostało w spuściźnie po narodach dawniejszych. Niektórzy pisarze, w samej rzeczy, przypuszczali, że gwiazdozbiorom należy wyznaczyć daleko większy wiek, i nie brakuje śladów dowodów, co myśl tę popierają. Nie mówiąc w tej chwili o starożytnych konstelacjach jako o całości, pewnem jest, że szczególny sto-

pień starożytności przypada w udziale znakom Zodyaku; i nic dziwnego, przypominają one bowiem, oprócz innych względów, pozorny roczny bieg słońca wśród gwiazd.

Wydaje się więcej niż prawdopodobnem, pewnem niemal, że wyraz „Mazzaroth“ w Księdze Job, XXXVIII, 32, nie przetłómaczony w tekście [1]) przez tłómaczy Pisma Świętego, znaczy to, co oni wymieniają w marginesie, mianowicie, Pas Zodyakalny. I to zgadza się ze słowami pewnego nowoczesnego pisarza, który twierdzi, że „Znaki te były znane wszystkim narodom po wszystkie czasy. Od przedpotopowej prawie chronologji Chin, Indji i Egiptu do podań obecnie odkrytych wysp morza południowego, ślady ich najwyraźniej występują zarówno u narodów z najstarszą jak i z najmłodszą cywilizacją. Rozpoznaje się je w zabytkach assyryjskich, w egipskich są doskonale przechowane, dostrzega się je również w szczątkach Etrurji i Meksyku. Rozpowszechnienie to wskazuje wspólny początek rasy ludzkiej i symbolów astronomji. Miłość symbolów, o ile się zdaje, była wrodzoną człowiekowi; świat, w którym żyje, jest symboliczny. Z tej powszechnej

---

[1]) Angielskim, gdyż u Wujka ten to, prawdopodobnie, wyraz przetłómaczony został przez «gwiazdę zwierzęcą», jakkolwiek w odsyłaczu gwiazdą zwierzęcą ma być Wenus, co się chyba powinno stosować do «Jutrzenki». (*Przyp. tłóm.*).

dążności skorzystali wynalazcy astronomji, czyniąc ją przydatną do duchowego wykształcenia człowieka“.

„Najdawniejsze rzeczywiste świadectwo, że istnienie znaków Zodyaku sięga odległych czasów, znajduje się w Rocznikach chińskich, gdzie się mówi, że Cesarz Yao, na 2357 lat przed Nar. Chr., podzielił 12 znaków Zodyaku na 28 dzielnic księżycowych; ale nie mówi się tam, że on je wynalazł. Chińskie godło narodowe Smoka, prawdopodobnie, pochodzi od gwiazdozbioru Smoka (Draco), który wówczas był gwiazdozbiorem biegunowym; najjaśniejsza gwiazda w głowie Smoka była w czasach przedpotopowych gwiazdą polarną. Egipcjanie, u których na dawnych pomnikach znaleziono konstelacje, wyznają, że astronomję swoją zaczerpnęli u Chaldejczyków. Chaldejczycy wyprowadzają swą naukę od Oannes'a, prawdopodobnie, Noego. Arabowie i Brahmini, którzy wcześnie zaczęli uprawiać astronomję, wywodzą ją, zdaje się, od Abrahama, przez Izmaela i dzieci Keturego. Grecy przypuszczali, że swe niedokładne wiadomości w tym przedmiocie otrzymali od Egipcjan i Chaldejczyków. Rzymianie sądzili, że otrzymali od Etrusków nazwy konstelacji, dotąd jeszcze używane przez narody europejskie. Etruskowie dostali je podobno, wraz z innemi naukami, i sztukami, od Assyryjczyków. Starożytny poeta grecki, Hezyod ,skorzystał podobno

z dokumentów assyryjskich. Wymienia on niektóre gwiazdozbiory za pomocą nazw, które i teraz noszą. Cleostratus (około 500 r. przed Nar. Chr.) znał gwiazdozbiory i pisał o Baranie i Strzelcu. Późniejszy poeta grecki, Aratus, opisał gwiazdozbiory tak, jak je teraz widzimy, i z temiż nazwami. Nie podaje on ani ich historji, ani domysłów co do ich znaczenia i początku; istniały one dla niego, tak jak i dla nas, od niepamiętnych wieków".

Myśli, poruszone w powyższym wyciągu, są nader zajmujące, oczywistem jest jednak, że dokładne badanie tego przedmiotu zaprowadziłoby nas daleko po za granice naszej książki.

ROZDZIAŁ VI.

Liczba gwiazd.

Jeżeli co do liczby gwiazd ma się zamiar dostarczyć wiadomości prawdziwych i dokładnych, to powiedzieć dużo w tym przedmiocie jest rzeczą poniekąd bardzo trudną. Słowa Pisma Świętego „Wejrzyj na niebo, a zlicz gwiazdy, jeśli możesz“ (Genesis XV, 5.) [1]) ukrywają więcej, niż się na pierwszy rzut oka wydaje. Zdanie, że gwiazdy są niezliczone, nie jest tylko poetyckim frazesem; jest to fakt rzeczywisty. Nie jeden atoli zdziwi się, usłyszawszy, że podług oszacowania sławnego niemieckiego astronoma Argelander'a, liczba gwiazd widzialnych gołem okiem w szerokości geograficznej Berlina wynosi tylko 3256 i nie przekracza 5000 na całem niebie. Liczba gwiazd widzialnych wzrasta,

---

[1]) W przekładzie X. J. Wujka. (*Przyp. tłóm.*).

skoro się zbliżamy ku równikowi od średnich szerokości geograficznych każdej półkuli, a to dlatego, że przed widzem, stojącym na równiku, roztacza się większy obszar nieba. Badacz, znajdujący się w szerokości geograficznej 0⁰ (na równiku), ujrzy w ciągu roku wszystkie widzialne gołem okiem na całem niebie gwiazdy.

Rezultaty Argelander'a, pokazujące stosunek między wielkością gwiazd i ich liczbą, są następujące:

1-ej	wielkości	=	20	gwiazd
2-ej	"	=	65	"
3-ej	"	=	190	"
4-ej	"	=	425	"
5-ej	"	=	1100	"
6-ej	"	=	3200	"
7-ej	"	=	13000	"
8-ej	"	=	40000	"
9-ej	"	=	142000	"

Przedmiot ten zajmował i różnych innych badaczy, zwłaszcza profesora Grant'a w Glasgowie i Karola von Littrow'a w Wiedniu. Oszacowania ich, jakkolwiek zupełnie zgodne co do liczby gwiazd widzialnych gołem okiem, wziętych ogółem, różnią się co do liczby gwiazd poszczególnych wielkości; pochodzi to stąd, że miara wielkości gwiazd nie jest dobrze oznaczona.

Zauważmy nawiasem, że badacz niemiecki,

Seidel, który poświęcił dużo uwagi wielkościom gwiazd, proponował następujące gwiazdy jako miarę pierwszych 4-ch wielkości:

1-ej — α Aquilae, α Virginis, α Orionis.
2-ej — α Ursae Majoris, γ Cassiopeiae, Algol (podczas maxim.).
3-ej — γ Lyrae, ε Herculis, o Aquilae.
4-ej — { ρ Herculis, λ Draconis (obie jasne). μ Bootis, o Herculis (obie słabe).

Powyższe dane, chociaż z konieczności tylko przybliżone, nie powinny być uważane za urojone, jakkolwiek, naturalnie, liczyć punkciki światła, jakimi nam się wydają gwiazdy, nie jest zadaniem łatwem. Warto może w wyłuszczeniach poprzednich posunąć się nieco dalej. Pewien bardzo staranny astronom, takoż Niemiec, Heis z Münster'u, utrzymywał, że na niebie Europy środkowej nie można naliczyć wiecej niż około 5000 gwiazd. Obdarzony bystrym wzrokiem, biorąc się na różne sposoby (jak to usunięcie wszelkiego światła sztucznego, ograniczanie za pomocą dużej czarnej rury każdej okolicy nieba, którą badał), mógł narachować w Münster 5421 gwiazd. Ponieważ z tego miejsca był w stanie w ciągu roku zbadać po kolei $^{8}/_{10}$ nieba, wnosił więc, że jeżeli część południowego nieba, którego nie mógł widzieć, podobną jest do reszty nieba, któ-

re mógł widzieć, ogół gwiazd widzialnych gołem okiem wyniesie około 6800. Zasługuje jednak na uwagę ta okoliczność, że liczba gwiazd, które można zrachować, nie przedstawia zarazem liczby gwiazd, które oko może rozróżnić. Oko może zauważyć więcej, niż może zliczyć, bo w chwili, gdy pewna gwiazda odbija się w środku oka, obrazy innych gwiazd, powstające równocześnie w bocznych częściach oka, można powiedzieć, znikają. Jest to punkt, co do którego pozory bardzo mylą. Należy wyraźnie odróżnić w umyśle rezultaty pojedynczego patrzenia na niebo, z okiem na chwilę nieruchomo w jedno miejsce utkwionem, i patrzenia dokoła. W pierwszym razie niepodobna objąć naraz więcej nad 13^0 lub 14^0 przestrzeni, podczas gdy, przesuwając oko systematycznie, w różnych kierunkach po kolei, można dokonać przeglądu całego obszaru nieba.

Secchi robił często następujące doświadczenie, które mu dawało zajmujące rozultaty. Spojrzawszy gołem okiem na pewną okolicę nieba, przechodził następnie do lunety dodatkowej (poszukiwacza) wielkiego teleskopu w Rzymie, i przekonywał się, że przez tę lunetę, której pole widzenia nie przenosiło $\frac{1}{2}^0$, widział tyleż gwiazd, co na przestrzeni 13^0 lub 14^0, którą obejmował gołem okiem. Kiedy zaś patrzył przez wielki teleskop, z polem widzenia tylko 15′, widział przezeń tyleż gwiazd, co przez lunetę do-

datkową; zmniejszając w dalszym ciągu pole widzenia przez użycie szkieł z coraz większą siłą powiększającą, przekonywał się, że liczba gwiazd widzialnych nie zmniejszała się, bo chociaż przestrzeń stawała się coraz mniejszą; siła za to powiększająca wzrastała i odsłaniała drobne gwiazdy, co przedtem uwagi uchodziły. W ten sposób okazało się, że w niektórych okolicach nieba można było widzieć w polu widzenia o średnicy $1^0/_{12}$ tyle gwiazd, co się widzi gołem okiem na przestrzeni o średnicy 13^0. Ten szereg myśli pozwoli czytelnikowi stwierdzić fakt, że, im większy teleskop posiadamy, tem więcej gwiazd możemy rozróżnić; a że nie możemy z pewnością twierdzić, do jakich rozmiarów mogą dojść nasze teleskopy, nie możemy zatem powiedzieć, kiedy gwiazdy, których dotąd nie widzimy, przestaną się kryć przed naszym wzrokiem, stając się widzialnemi. Rzeczywiście więc możemy powiedzieć z Galileuszem, że gwiazdy są niezliczone.

Niebo nie wszędzie jednakowo jest bogate w gwiazdy; w niektórych miejscach nawet przy pomocy najlepszych narzędzi można widzieć na polu $^1/_4{}^0$ zaledwie 5 lub 6 gwiazd; nie należy jednak z tych wyjątkowych okolic wnosić o liczbie gwiazd. Dwaj Herschel'owie, William na półkuli północnej, John na południowej, skierowali swe usiłowania w celu oznaczenia możliwej liczby gwiazd. Łatwo zrozumieć, że to je-

dno z największych zadań, jakie astronom przedsiewziąć może, niepodobna bowiem, aby mogło być spełnione w ciągu życia jednego człowieka. William Herschel przyjął następującą metodę działania. Kierował on swój reflektor po kolei ku różnym okolicom nieba, wybranym w pewnych odstępach, i zapisywał ich zboczenie i wznoszenie proste. Okolice te były tak rozmieszczone po niebie, aby pod pewnym względem tworzyły sieć stacji równo-odległych jedna od drugiej. Pole widzenia jego teleskopu wynosiło $^1/_4{}^0$, a siła powiększająca = 120. W każdem polu widzenia rachował liczbę gwiazd widzialnych, w miejscach zaś, gdzie zbyt wielka ilość nie pozwalała na rachunek, szacował. Zgromadziwszy razem pewną liczbę tych rachunków i oszacowań, w jakiejś osobnej części nieba, dodawał wszystkie liczby gwiazd widzialnych i dzielił sumę przez liczbę grup. Rezultat przedstawiał średnią przeciętną gęstość gwiazd w okolicy badanej. Ta metoda, jedynie możebna w praktyce, ma pewne wady; zastosowana jednak na tak szeroką skalę, jak przez W. Herschela, dała rezultaty poważne, których żaden nowoczesny wysiłek dotąd nie przewyższył. Często się, naturalnie, zdarzy, że jedna miejscowość będzie bardzo obfitowała w gwiazdy, podczas gdy druga obok niej, takiegoż obszaru, odznacza się ubóstwem gwiazd; biorąc jednak obie miejscowości razem, otrzymuje się przeciętną

liczbę prawdziwą. Było już powiedziane, że spis gwiazd całego nieba byłby pracą tak niezmierną, że pojedynczy człowiek nie mógłby nigdy jej wypełnić; obecnie jednak odbywa się międzynarodowy fotograficzny przegląd nieba, który, skoro zostanie ukończony, zapełni w naszej wiedzy istniejącą pod tym względem pustkę; ale zanim powiemy o tem więcej, skończmy lepiej o pracy Herszel'ów w tej gałęzi astronomji. Aby o niej mieć pojęcie, dosyć powiedzieć, że Herschel miał do czynienia z 3400 grup. Grupy te nie były jedne od drugich niezależne; ażeby otrzymać liczbę grup zupełnie niezależnych, trzeba liczbę poprzednią zredukować do 683. Herschel zbadał tylko $^1/_{250}$ część nieba; zbadanie całego nieba byłoby mu zabrało 83 lata, w przypuszczeniu, że każdej nocy uczyniłby przegląd 100 pól i że miałby każdego roku 100 sprzyjających nocy. W niektórych okolicach gwiazdy były tak liczne, że Herschel rachował ich po 588 w jednem polu widzenia, i, podczas gdy teleskop pozostawał nieruchomy, jedno pole za drugiem, zarówno bogate w gwiazdy, przesuwało się, jakby w panoramie, w ciągu kilku minut. W jednem miejscu podług jego oszacowania przesunęło się przed nim 116,000 gwiazd w ciągu kwadransa; w innem znów 258,000 gwiazd w ciągu 41 minuty; z drugiej strony, były takie części nieba, gdzie w polu widzenia spotykał zaledwie dwie lub trzy gwiazdy. Re-

zultaty W. Herschel'a były ogłoszone w 1785. Prawie 50 lat później, jego syn, który się udał do Przylądka Dobrej Nadziei w celu obserwacji nieba południowego, podjął znowu kwestję liczby gwiazd. Jego rezultaty, również ciekawe jak ojca, różniły się od tamtych głównie tem, że półkula południowa nie jest tak jednostajnie pokryta gwiazdami, jak północna, i że puste miejsca częściej się zdarzają.

Za pomocą rachunku, opartego na rezultatach, zdobytych na obu półkulach, John Herschel znalazł, że ogólna liczba gwiazd widzialnych przez 18-calowy reflektor nie może być mniejszą niż $5^1/_4$ miljonów; ale Struve, przedstawiając rezultaty W. Herschel'a w swojem własnem świetle, szacował, że przez reflektor wymienionych rozmiarów można narachować więcej niż 20 miljonów gwiazd.

Najpobieżniejsze badanie nieba wykaże, iż gwiazdy nie są rozrzucone równocześnie; w niektórych miejscach są one więcej skupione niż w innych, i to jest prawdą, czy to będziemy rozważali ich liczbę czy ich poszczególną wielkość. Czyniono różne próby w celu wyjaśnienia przyczyny i znaczenia tego faktu, ale wszystkie domysły pozostały płonne. Będziemy mieli więcej do powiedzenia w tym przedmiocie, skoro przejdziemy do tej zadziwiającej masy gwiazd, którą zowiemy „Drogą Mleczną"; pytanie jednak „w jaki sposób" lub „dlaczego" w jednem

miejscu widzimy więcej gwiazd niż w drugiem, musi, w teraźniejszym stanie nauki, pozostać bez zadawalającej odpowiedzi.

A teraz kilka słów o Międzynarodowym Fotograficznym Przeglądzie nieba. Projekt takowego powstał na Zjeździe astronomów, przedstawicieli 16-tu narodowości, który się odbył w Paryżu w 1887 r. na zaproszenie paryskiej Akademji Umiejętności. Podstawy tego przedsięwzięcia były określone w sposób następujący: 1) Postępy, uczynione w fotografji astronomicznej, wymagają, aby astronomowie czasów dzisiejszych połączyli swe usiłowania w celu otrzymania trwałego spisu nieba za pomocą fotografji. 2) Praca ma być wykonana na pewnych wybranych stacjach, za pomocą instrumentów jednakowych co do rozmiarów i części zasadniczych. 3) Głównym celem ma być zabezpieczenie mapy nieba czasów teraźniejszych, a zarazem i danych do oznaczenia z możliwą dokładnością pozycji i wielkości; gwiazd aż do pewnej wielkości; należy się kierować tą myślą ostateczną, że na zasadzie zdobytych rezultatów, które zostaną przechowane, można będzie w przyszłości osądzić, czy zaszły zmiany w położeniu i wielkości gwiazd. Skoro te główne podstawy zostały przyjęte przez kongres, do którego należało 20 przedstawicieli Francji, 8 Anglji i Kolonji angielskich, 6 Niemiec, po 3 Rosji, Holandji i Stanów Zjednoczonych, po 2

Austrji, Szwecji i Danji i po jednym Belgji, Włoch, Hiszpanji, Portugalji, Szwajcarji, Brazylji i Argentyny, wyznaczono komitet, który miał obradować nad formą i rozmiarami odpowiednich narzędzi, a także stopniem wielkości gwiazd, które spis miał obejmować. Po troskliwych dociekaniach i rozprawach, postanowiono obrać za narzędzia jedynie refraktory, mające otwór 11 cali i najmniej 11 stóp długości ogniskowej, z polem widzenia o 2^0 kwadratowych; płytki fotograficzne wielkości $6^1/_4$ cala, powinne posiadać siatkę (réseau) $5^1/_4$ cala, z odległością $^1/_5$ cala pomiędzy jedną linją a drugą.

Nabyto potrzebne narzędzia, przeważnie na koszt rządów odnośnych krajów, i w przeglądzie nieba uczestniczą obecnie następujące 19 obserwatorjów: Helsingfors, Poczdam, Oxford, Greenwich, Paryż, Wiedeń, Bordeaux, Tuluza, Catanja, Algierja, San Fernando, Chapultepec, Tacubaya, Rio de Janeiro, Santiago, Sydney, Przylądek Dobrej Nadziei, La Plata i Melburn. Rozrzucone na przestrzeni między 60^0 szerokości geograficznej północnej i 38^0 szerokości geograficznej południowej, obserwatorja te mogą być uważane jako odpowiednie do objęcia całego nieba. Zbytecznem byłoby dodać, że jest to praca olbrzymia, na którą trzeba poświęcić lat kilkanaście, i, jakkolwiek w istocie trudną nie jest, wymaga jednak badaczy obdarzonych w wysokim stopniu cierpliwością i starannością.

ROZDZIAŁ VII.

Gwiazdy podwójne.

Dotąd rozpatrywaliśmy gwiazdy jako odosobnione punkty światła, rozsiane po całem niebie tu i owdzie, jakgdyby nie miały z sobą żadnej łączności. Teleskop jednak odkrywa nam ten fakt, że znaczna ilość gwiazd, na które patrzymy jako na osobne punkty, składa się w rzeczywistości z dwóch (czasem kilku) pojedynczych gwiazd, tak blisko jedna od drugiej, że gołemu oku wydają się jedną gwiazdą. Zbliżenie jednej gwiazdy do drugiej bywa w pewnych wypadkach skutkiem perspektywy, nie zaś faktem rzeczywistym. Tak, naprz., człowiekowi, stojącemu na wierzchołku prostej drogi, prowadzącej pod górę, może się wydawać, że dwóch ludzi, którzy się ku niemu zbliżają, idą koło siebie, jakby dwóch przyjaciół, zajętych rozmową, gdy tymczasem w rzeczywistości mogą to być pojedynczy spacerujący, z których każdy idzie pod górę na swoją rękę, w oddaleniu od siebie

może o 50 łokci angielskich. Przypuśćmy teraz, że człowiek na wierzchołku spostrzeże dwóch innych ludzi, przechodzących jednocześnie w poprzek drogi z jednej strony na drugą; jeżeli zobaczy, że, w chwili gdy jeden z nich zwraca głowę w pewnym kierunku, jakgdyby patrzył na oddalony przedmiot, drugi czyni to samo, to może słusznie wnioskować, że jest to rzeczywiście dwóch towarzyszy, idących obok siebie. Poprzedzający przykład określi doskonale różnicę między tak zwaną: „optycznie“ podwójną gwiazdą, t. j. 2 gwiazdami, które wskutek perspektywy wydają się rozłączone, i „fizycznie“ podwójną gwiazdą, t. j. 2 gwiazdami, które nietylko wydają się, ale istotnie są złączone. Określenie, czy pewna para gwiazd należy do pierwszej czy do drugiej kategorji, wymaga delikatnych obserwacji i wyliczeń. Przeszło 125 lat temu, Michell wyraził przypuszczenie, że może istnieć fizyczna łączność między niektóremi gwiazdami; rozważał on, jakiem jest prawdopodobieństwo utworzenia się czysto przypadkowej kombinacji gwiazd, jeżeli pewna ilość gwiazd jednego gatunku będzie gromadnie rzuconą w przestrzeń na chybił trafił. Znalazł on, że prawdopodobieństwo utworzenia takiej grupy jak Plejady, tej wielkości gwiazd i z takiemi wzajemnemi odległościami, wyraża się stosunkiem 1 do 500,000, na 1,500 gwiazd widzialnych. Nieprawdopodobieństwo staje się większem, jeżeli dociekanie zastosować do

gwiazd 2-ej i 3-ej wielkości, z odległością niewielu sekund łuku jedna od drugiej. W rzeczywistości mamy jednak kilka przykładów tego rodzaju; jak naprz. α Centauri i α Geminorum.

Ale prawdopodobieństwo nie wystarcza do ugruntowania prawdy rzeczywistej. Daleko bardziej przekonywające argumenty można wyprowadzić z ruchu własnego gwiazd, tam gdzie on może być wyśledzony. Gdyby gwiazdy znalazły się razem przypadkowo, to, ponieważ są, ogólnie, różnych wielkości, ich ruch własny, rzeczywisty i pozorny, też byłby różny; po upływie zatem pewnego czasu musiałyby się rozdzielić. Tymczasem spotykamy gwiazdy, które, jakkolwiek obdarzone znacznym ruchem własnym, zachowują przez długi czas tę samą jedna od drugiej odległość. Takiemi są α Centauri, α Geminorum, γ Virginis, ζ Ursae Majoris i wielka ilość innych par gwiazd niejednakowej wielkości. α Centuari ma tak znaczny ruch własny, że dwie składające tę parę gwiazdy, które przed 100 laty mogły być z trudnością rozdzielone w dużym teleskopie, powinnyby teraz znajdować się w odległości 6 minut jedna od drugiej gdyby ruch własny jednej z gwiazd nie był zarazem udziałem drugiej. Nie stanowi to zawsze nieomylnego kryterjum, bo może się zdarzyć, że ruchy własne pokazują tylko małe różnice, pomimo to że istnieje w rzeczywistości znaczna różnica. Co jednak rozstrzyga pytanie w zupeł-

ności, to fakt (o ile takowy może być stwierdzony), że jedna gwiazda krąży około drugiej po zamkniętej drodze, najwidoczniej zgodnie z prawami powszechnego ciążenia. Wielkie to odkrycie zawdzięczamy Williamowi Herschel'owi. Kiedy ten nadzwyczajny człowiek udoskonalił swoje narzędzia tak, że mógł przedrzeć się w głębie nieba nigdy przedtem niedoścignione przez jego poprzedników, postawił sobie za zadanie odkrycie paralaksy gwiazd albo rzeczywistej odległości gwiazd od ziemi. Wybrał on w tym celu pewne duże gwiazdy, które posiadają małych towarzyszy w odległości zaledwie kilku sekund łuku. Wymierzył on te odległości z wielkiem staraniem za pomocą narzędzia swego własnego pomysłu, tak zwanego „mikrometru“, dającego możność wymierzenia kąta między linją, przechodzącą przez obie gwiazdy i południkiem. Nazwał on ten kąt „kątem położenia“ gwiazd, uważając większą gwiazdę jako środek koła, na którem pomiar był wykonany. W razie istnienia paralaksy, t. j. pozornego przesunięcia gwiazdy na tle nieba, pochodzącego stąd, że się widzi gwiazdę z dwóch punktów ziemskiej orbity w 6-miesięcznych odstępach, paralaksa ta musiałaby wyjść na jaw, gdyż okazałaby się zmiana kąta przy porównaniu wymierzeń przedzielonych 6-miesięcznym odstępem czasu. Jednakże po licznych pracowitych poszukiwaniach, prowadzonych z należytą uwagą co

do szczegółów, Herschel nie mógł sobie przyznać, że otrzymał jakie dowody zmiany, i w rozpaczy porzucił robotę na jakiś czas. Udoskonaliwszy później swe środki narzędnicze, zabrał się znów do pracy w nadziei lepszych rezultatów. Jakiem że było jego zdziwienie, gdy ujrzał, że wiele gwiazd, które dawniej widział podwójnemi, stały się pojedynczemi, bo mniejszy członek pary zniknął, a w innych znowu pa-



Fig. 3. ζ Herculis (1865). ζ Herculis (1871).

rach obie gwiazdy zmieniły położenie kątowe i odległość. Lubo wszelka nadzieja odkrycia rocznej paralaksy wydawała się płonną, otrzymał wszakże w końcu ślady paralaksy innego rodzaju, pochodzącej albo z ruchu ogólnego całego systemu, albo z jakiegoś ruchu szczególnego przynależnego osobnym gwiazdom. Dawna idea Michell'a, zdaje się, stanęła w pamięci Herschel'a i zachęciła go do dalszego wysiłku; po kilku

jeszcze latach pracowitej i starannej pracy mógł wreszcie w 1802 r. ogłosić uczonemu światu ważne odkrycie, że istnieją systemy, utworzone przez pary gwiazd, gdzie jedna gwiazda krąży około drugiej w orbicie eliptycznej. Dał on tym gwiazdom nazwę „podwójnych“, w odróżnienie od gwiazd jedynie optycznie podwójnych, które nie zdradzają wzajemnej perjodycznej zmiany miejsca.

Około 25 lat upłynęło pomiędzy chwilą, gdy Herschel porzucił swe pierwsze dociekania, a chwilą ich wznowienia. Okres taki prawie wystarcza do wykrycia ruchu wielu gwiazd podwójnych, jakoż Herschel spostrzegł, że podczas zawieszenia pracy nie mniej nad 50 gwiazd uległo zmianom. Prawda, że wówczas jego gwiazdy miały zaledwie czas przebiedz część swych orbit; ponieważ jednak dotąd upłynęło przeszło 90 lat od czasu, gdy Herschel ogłosił swe odkrycie w 1802 r., więc pewna liczba gwiazd podwójnych nietylko obeszła swą drogę dokoła, ale niektóre z nich nawet dwa razy, forma zatem i rozmiary ich dróg mogą być obecnie poznane. Aby długie opowiadanie zakończyć krótko, powiemy, że dotąd rozpoznano 200 par gwiazd, gdzie każda gwiazda pary krąży około drugiej, prawdopodobnie, podług tych samych praw, co nam są znane pod imieniem praw ciążenia. Rzecz jasna, że drogi nie wszystkich tych gwiazd są zbadane z jednakową zupełnością i do-

kładnością. Oto nazwy i szczegóły niewielu gwiazd podwójnych z okresem mniejszym od 100 lat, charakter ruchu, który został wyznaczony z zupełną pewnością:

Nazwa gwiazdy	Okres	Data ostatniego przejścia
42 Comae Berenices	25 lat	1870
ζ Herculis	34 „	1864
η Coronae	41 „	1891
μ^2 Herculis	45 „	1880
Syrjusz	49 „	1893
ζ Cancri	59 „	1868
ξ Ursae Majoris	60 „	1875
α Centauri	77 „	1875
γ Coronae	85 „	1840
70 (p) Ophiuchi	94 „	1808

Obserwacje W. Herschel'a dotyczyły tylko gwiazd podwójnych, ale przy dalszych badaniach okazało się, że istnieją też systemy trzech gwiazd, gdzie każda gwiazda ma łączność z 2 drugiemi; systemy takie noszą nazwę „gwiazd potrójnych". ζ Cancri jest jedną z gwiazd tego typu.

Należy dodać, drogą przestrogi, że chociaż ruch postępowy pary gwiazd w ciągu lat jest dowodem łączności fizycznej, pociągającej za sobą ruch w orbicie zamkniętej, nie jest to wszakże regułą powszechnego zastosowania. Kątowe przesunięcie może w pewnych wypadkach być

skutkiem postępowego ruchu własnego jednej lub obu gwiazd pary, a nie skutkiem siły centralnej. Stąd wypływa, że czasem położenia kolejno zajmowane przez główną gwiazdę pary nie przedstawiają linji wyraźnie krzywej. 61-sza gwiazda Łabędzia należy do gwiazd tego rodzaju; posiada ona ruch w prostej linji.

Zanim skończymy o gwiazdach podwójnych, musimy powiedzieć słówko o nadzwyczajnych okolicznościach, dotyczących 2 gwiazd, Syrjusza i Procjona, dobrze znanych z powodu ich wielkiego blasku. Obie te gwiazdy podlegają osobliwym przeszkodom co do położenia, które dawno wzbudzały zdziwienie i ciekawość astronomów. Wyrażono domysły, że zaburzenia te pochodzą od obecności niewidzialnego satelity, i co do Syrjusza domniemanie to zostało udowodnionem. W r. 1862 Alvan Clark, dobrze znany amerykański optyk, znalazł około Syrjusza małego towarzysza, istnienie którego pozwoliło astronomom wyjaśnić niektóre, chociaż może nie wszystkie, nieprawidłowości ruchu, spostrzeżonego w położeniach gwiazdy głównej w różnych czasach. Jako dalszy wniosek należałoby przyjąć, że ten słaby towarzysz, którego światło wynosi zaledwie $^1/_{12000}$ światła Syrjusza, posiada masę większą niż $^1/_4$ Syrjusza. Innemi słowy, że jeżeli masa jego nie zbliża się do masy Syrjusza, nie może on być sprawcą obserwowanych zaburzeń. Rozpoznanie przeszkód w ru-

chu Syrjusza nie jest rzeczą nową, bo wielki niemiecki astronom Bessel z Königsbergu jeszcze przed rokiem 1844 nietylko stwierdził ich istnienie, ale podejrzewał, że do systemu Syrjusza należy niewidzialne przeszkadzające ciało, i tem tłómaczył fakt, że ruch własny Syrjusza odbywa się nie w regularnej linji, lecz w nieregularnej wężykowatej. Zgodnie z tem, wyraził domysł, że ta świetna gwiazda posiada ciemnego satelitę. Inni astronomowie pracowali też w tym kierunku i, można powiedzieć, utorowali drogę do odkrycia satelity przez Clark'a.

Bardzo ciekawe pytanie nasuwa się często astronomom, którzy rozmyślają nad tem, co widzieli przy badaniu gwiazd podwójnych. Pytanie może być postawione w ten sposób. My, mieszkańcy ziemi, znajdujemy się na pewnem ruchomem ciele, zwanem planetą, która jest jedną z liczby planet, krążących około słońca, jako swego głównego kierownika czyli środka. Ten stan rzeczy jest że jedynym, czy też istnieją jeszcze inne słońca? Albo, wyrażając się dokładniej, czy istnieją we wszechświecie inne ciała, będące środkami życia i ruchu, jak nasze słońce? Kto tylko widział dużą gwiazdę podwójną z jej jednym lub kilkoma towarzyszami, a tembardziej, kto widział tak liczne jasne gwiazdy z towarzyszami, rozrzucone tu i owdzie po niebie, ten nie może wątpić, że odpowiedź na

powyższe ważne pytanie musi wypaść twierdząco. Innemi słowy, że musi istnieć we wszechświecie dużo słońc, każde ze swym własnym orszakiem planet, nietylko zaś jedno nasze słońce. Dużo dalej jednak po za te granice iść nie możemy. Faktem jest, że, podczas gdy nasze planety krążą około słońca w orbitach, lubo niezupełnie kołowych, to przecież bardzo do kół zbliżonych, drogi wszystkich znanych nam gwiazd podwójnych bardzo, istotnie, od kół się różnią. Słusznie zauważył Secchi, że, jeśli się zastanowimy nad tem, co zawiera w sobie istnienie systematów słonecznych, będziemy uderzeni wnioskami, które z konieczności wypływają. W wypadku systemu takiego, w którym obserwujemy drogi o bardzo dużym mimośrodzie (jak np. α Centauri), towarzyszące planety muszą być ogrzewane czasem dwoma słońcami bardzo bliskiemi, czasem zaś jednem słońcem zbliska, a drugiem zdaleka. A dodajmy jeszcze, że gwiazdy podwójne wykazują często różne, czasem dopełniające, kolory. Nawet wyobraźnia poety nie zdoła nam opisać dnia, oświetlonego, naprzykład, czerwonem słońcem, a nocy — zielonem, albo dnia, w którym dwa słońca różnych kolorów współubiegają się z sobą, podczas gdy noc poprzedza złocisty zmrok, a ranek następuje po niebieskim brzasku. Ale nie wkraczajmy teraz w kolory gwiazd, bo to przedmiot takiej wagi, że zasługuje na osobny rozdział.

ROZDZIAŁ VIII.

Gwiazdy wielokrotne.

Treść poprzedzającego rozdziału nasunie z pewnością myśl, że, jeśli gwiazda, pojedyncza dla gołego oka, okazuje się podwójną w teleskopie, czemuż nie byłoby takich, co składają się z trzech, czterech lub więcej gwiazd w bliskiej łączności fizycznej lub optycznej? I takie, w rzeczy samej, istnieją. Mamy więc mnóstwo gwiazd potrójnych, poczwórnych, o 5-ciu gwiazdach, 6-ciu i tak dalej; niektóre z nich wyglądają przez teleskop nader malowniczo. Z pośród potrójnych gwiazd, dostępnych dla małych teleskopów, możemy wymienić Flamsteed'a 11 Monocerotis, 12 Lincis i 51 Librae. Następujące są poczwórne: π^2 Canis Majoris i 8^2 Lacertae. β Lyrae składa się z 5-ciu gwiazd. Są znów systemy o tak licznych gwiazdach, że najwłaściwiej nazwać je gwiazdami wielokrotnemi. ε Lyrae może być nazwaną podwójnym syste-

mem gwiazd podwójnych, a σ Orionis podwójnym systemem gwiazd potrójnych. Pierwsza zawiera jedną parę gwiazd wielkości 5 i $6^1/_2$, a drugą parę wielkości 5 i $5^1/_2$. Są wszelkie dane do przypuszczenia, że nietylko każda z gwiazd jednej pary krąży naokoło drugiej, lecz że i jedna para krąży około drugiej, tworząc w ten sposób system bardzo zawiły. Pomiędzy 2 głównemi parami znajduje się kilka mniejszych gwiazd. W wielu teleskopach widać ich 3, a profesor Hall w Ameryce znalazł nie 3 lecz 7, ale jego dodatkowe gwiazdy są bardzo słabe, i można je widzieć tylko przez duże teleskopy. ε Lyrae znajduje się o $^1/_2{}^0$ na północo-wschód od bardzo jasnej gwiazdy Wega.

Grupa σ Orionis, lubo wykazuje pewne podobieństwo do ε Lyrae, różni się jednak od niej tem, że nie wiemy, czy które z gwiazd, połączonych razem, stanowią system ruchomy. σ Orionis można łatwo odnaleźć, gdyż znajduje się na południowym wierzchołku trójkąta, który tworzy z 2 gwiazdami (ζ i ε) w Pasie Orjona; odległą jest mniej niż o 1^0 od ζ w kierunku do β.

Orjon zawiera inną jeszcze gwiazdę wielokrotną nader zajmującą, zwaną θ Orionis. Jest to 6 gwiazd, z których 4 znaczniejsze tworzą różnobok (trapez) o stronach niezbyt nierównych; 5-ta i 6-ta są bardzo słabe i leżą nazewnątrz linji

granicznej czworoboku. Gwiazdy składające θ Orionis nie są połączone w pary, i nie zdaje się, aby tworzyły system o fizycznej łączności. θ leży wśród „Wielkiej mgławicy w Orjonie", o której wkrótce więcej się dowiemy; może nawet wolne się wyrazić, że tworzy część mgławicy.

ROZDZIAŁ IX.

Gwiazdy kolorowe.

Prawie wszyscy ludzie, na zasadzie przypadkowego spojrzenia na gwiazdy, powiedzieliby, że są to punkty lub plamy światła białego, i, bez wątpienia, większość gwiazd są takiemi; ale uważniejsze badanie pokazuje, że bardzo znaczna ilość przedstawia określone kolory, chociaż takie gwiazdy, w których kolor jest bardzo zdecydowany, są w mniejszej liczbie. Ten, kto jest oswojony z mocnymi kolorami widma słonecznego, doznałby rozczarowania, gdyby się spodziewał znaleźć wśród gwiazd dużo kolorów równie wyraźnych, jak w widmie słonecznem. Mimo to jednak spotyka się tu i owdzie gwiazdy, które, ułożone szeregiem, utworzyłyby pewne podobieństwo do widma słonecznego.

Istnieje wiele trudności, tak przy obserwacji, jak i przy zapisywaniu kolorów gwiazd, i tem się tłómaczą sprzeczności w opisach, po-

danych przez różnych badaczy. Po pierwsze, oczy ludzkie są rozmaitej budowy; niektóre oczy nadają się więcej, niż inne, do dokładnego rozpoznania i opisu barw. Niektóre oczy, jak to powszechnie wiadomo, są zupełnie niezdolne do rozpoznania pewnych kolorów. O osobach z takiemi oczami mówi się, że są ślepe na kolory. Ale, pominąwszy krańcowe wypadki tego rodzaju, pewnem jest prawie, że zwyczajne oczy nie mało będą się różniły przy ocenie danej barwy. Dosyć zwiedzić jaką galerję obrazów i zauważyć różnicę w kopjach tego samego oryginału, zrobionych przez różnych kopistów, aby sprawdzić fakt, że poszczególne barwy oryginału odtworzone zostały przez różne osoby w różny sposób.

Następnie, gatunek szkła teleskopu wpływa bardzo na pozorne kolory badanych przedmiotów, a jeszcze więcej lepsze lub gorsze oszlifowanie soczewek. Innemi słowy, soczewki z bardzo czystego szkła, bardzo dokładnie szlifowane i polerowane, dostarczą obrazów i wskazówek co do koloru więcej do prawdy zbliżonych, niż wskazówki, które jest w stanie dać gorsze szkło o niedokładnym kształcie. Godnym uwagi jest fakt, że zwierciadła metalowe nadają zawsze przedmiotom w nich widzianym czerwonawe zabarwienie. Stoi to w uderzającym związku z obserwacjami gwiazd czerwonych dokonanemi przez Johna Herschel'a. Do wielu tych gwiazd dodał

on określające wyrazy „karminowa“, „rubinowa“, „mocno karmazynowa“ tam, gdzie badacze, używający zwykłych teleskopów, widzą tylko zwyczajną czerwoną barwę. Siła powiększająca nie jest też małej wagi; przy małem powiększeniu biały kolor przeważa, a inne, w pewnej mierze, giną, bo żadna gwiazda nie jest bezwzględnie monochromatyczną, z drugiej strony, duża siła powiększająca zmniejsza ogólny blask, a powiększając rozmiary, czyni łatwiejszem rozróżnienie kolorów. Oprócz tego stan atmosfery i wysokość gwiazdy nad poziomem wpływają znacznie na jej wygląd. Tylko wtedy, gdy gwiazda jest wysoko nad poziomem, można zauważyć jej prawdziwą barwę, bez względu na to jaką ona jest, bo blisko poziomu wszystkie przedmioty nieba wykazują czerwoną lub pomarańczową barwę, która w rzeczywistości do nich nie należy.

Największą może ze wszystkich trudności, które otaczają badacza, pragnącego dokładnie opisać kolor gwiazd, jest trudność obmyślenia i użycia miary porównawczej kolorów. Taką miarę, rozumie się, daje widmo słoneczne; ale próby astronomów w celu odtworzenia kolorów widma w ten sposób, aby mogło być praktycznie umieszczone, w ciemności nocnej, obok obrazów gwiazd w teleskopie, zostały bezowocne. Jest w tem podwójna trudność: jedna mechaniczna, teraz właśnie wzmiankowana, i druga wy-

pływajaca stąd, że, ponieważ używane światło sztuczne jest żółte, nadweręża więc ono neutralność oka i fałszuje kolory sztuczne. Aby pokonać tę trudność Secchi proponował użycie iskry elektrycznej, która, wyprowadzona z różnych pierwiastków, dałaby dla każdego z nich osobny kolor. Nie wiadomo mi jednak, czy pomysł ten zastosowano w praktyce.

Pojedyncze gwiazdy czerwonej lub pomarańczowej barwy nie są rzadkie, ale pojedyncze niebieskie lub zielone spotyka się bardzo rzadko. W samej rzeczy, β Librae jest, zdaje się, jedyną znaczną gwiazdą, mającą barwę zieloną. W gwiazdach podwójnych dużo łatwiej rozpoznawać kolory, bo są one w wielu razach bardzo wyraźne, a często kolory dwóch gwiazd są „dopełniające". Czytelnik zechce sobie przypomnieć, że termin ten w fizyce oznacza kolory, które w połączeniu tworzą kolor biały. Aby otrzymać zupełnie dokładne pojęcie, które są te kolory, trzeba się uciec do specjalnych narzędzi; wynaleziono ich kilka gatunków. Wobec elementarnego zadania tej pracy wystarczy wymienić główne pary kolorów wzajemnie się dopełniających: czerwony i zielony, pomarańczowy i niebieski, żółty i fjoletowy. Odcienie pośrednie są zbyt liczne, aby mogły być opisane słowem; można je tylko sprawdzić przy pomocy narzędzia.

Gdy mówimy, że gwiazdy podwójne wyka-

zują różne barwy, nie należy tego zawsze brać za złudzenie optyczne, albo skutek kontrastu, bo w wielu przykładach barwy są napewno fizyczną rzeczywistością. Możemy wyciągnąć ten wniosek z okoliczności, że kolory niezawsze są dopełniające, a w innych razach z faktu, że zakrywając w teleskopie gwiazdę główną za pomocą sztabki ze sprężyny zegarka lub czegoś w tym rodzaju, zauważymy, że gwiazda towarzysząca, uwolniona od wpływu koloru gwiazdy głównej, zachowuje jednakże swój kolor bez zmiany.

Następujące gwiazdy mogą być wymienione jako przykłady kolorowych par:

	Gwiazda glówna	Gwiazda towarzysząca
η Cassiopeiae	żółta	purpurowa
α Piscium	blado-zielona	niebieska (albo zmien.).
γ Andromedae	pomarańczowa	zielona
ι Cancri	pomarańczowa	niebieska
ε Bootis	blado pomarańczow.	morsko-zielona
ζ Coronae	biała	niebieska
α Herculis	pomarańczowa	szmaragdowa
β Cygni	żółta	szafirowa
σ Cassiopeiae	zielonawa	jasno-niebieska

Secchi ułożył następującą listę znaczniejszych kolorowych gwiazd: Białe: Procjon, Altair; niebieskie: Syrjusz, Wega, Castor, Regulus; żółte: Capella, Polluks, α Ceti; pomarańczowe: Aldebaran, Arcturus, Betelgeuse; rudawe: Antares, α Herculis.

Krüger, doświadczony niemiecki astronom, dał następującą listę, która, jak widać, niezupełnie się zgadza z powyższą: białe: Syrjusz, Altair, Regulus; żółte: Capella, Polluks, Arcturus; pomarańczowe albo czerwone: α Herculis, Betelguese.

Wszystkie rzeczywiście czerwone gwiazdy, o kolorze wyraźnym, są stosunkowo małych rozmiarów, zaledwie widzialne gołem okiem, lub wcale niewidzialne. Jest kilka, z pół tuzina może, które nazwać można „karminowemi", ale ogół tak zwanych gwiazd czerwonych ma barwę więcej pomarańczową niż czerwoną. Będziemy mieli o tem więcej do powiedzenia w rozdziale o „gwiazdach zmiennych".

Pytanie, czy gwiazdy zmieniają barwę, przyciągało nieraz uwagę, ale odpowiedzi przekonywającej niema. Z jednego ustępu Seneki, starożytnego pisarza rzymskiego, wnoszono, że on utrzymywał, iż za jego czasów Syrjusz był czerwony, gdy tymczasem teraz jest on biały lub niebiesko-biały. Zdaje się, że Ptolemeusz też uważał Syrjusza za gwiazdę czerwoną i użył do oznaczenia jego barwy tego samego wyrazu, co przy opisie Polluksa. Teraz Polluks jest napewno gwiazdą czerwonawo-żółtą, a jeżeli do określenia koloru obu tych gwiazd użyto niegdyś tego samego przymiotnika, to stąd wypływa, że Syrjusz zmienił kolor. Capella jest mo-

że drugą gwiazdą, co się zmieniła z czerwonej na niebieską, trzebaby jednak większej liczby przykładów. Obecnie możemy tylko powiedzieć, że, podczas gdy zmienność blasku gwiazd jest wypadkiem powszechnym, zmienność koloru nie jest jeszcze faktem dostatecznie stwierdzonym.

ROZDZIAŁ X.

Gwiazdy ruchome.

Wyrażenie „gwiazdy stałe“ jest powszechnie przyjęte i pod pewnym względem prawdziwe, ale nauka nowoczesna wykazała, że w zastosowaniu do gwiazd musi ono być użyte z pewnem zastrzeżeniem, bo jest bardzo wiele gwiazd, które „stałemi“ nie są. Nie mam tu na myśli ich rocznego lub dziennego ruchu: rozważaliśmy rzecz tę w jednym z poprzednich rozdziałów, i mam nadzieję, że czytelnik teraz rozumie (w każdym razie w ogólności), czem te pozorne ruchy są, i zkąd pochodzą. To, o czem teraz mówić będziemy, jest to rzeczywisty ruch własny, którym znaczna część gwiazd jest obdarzona.

Należy, naturalnie, zrozumieć, że chociaż starożytni dzielili gwiazdy na ruchome i nieruchome, to jednak nic nie wiedzieli o gwiazdach, będących przedmiotem niniejszego rozdziału, ja-

ko o gwiazdach ruchomych. Dawali oni nazwę „gwiazd błądzących“ przedmiotom nieba, które znamy pod imieniem „planet“ lub „komet“. Sam nawet wyraz „planeta“ pochodzi od greckiego wyrazu, oznaczającego „podróżny“. Ruchy, które teraz będziemy rozważali, są w sumie bardzo małe, i postępują naprzód bardzo powoli. John Herschel zostawił taki ich opis, który zaledwie może być ulepszony. Mówi on: „Ruchy, które wymagają całych stuleci, zanim sprowadzą zmianę w układzie, którą gołe oko odkryć może, i chociaż zupełnie wystarczające do zburzenia idei matematycznej stałości, która tamuje dociekanie, to jednak zbyt drobne, aby w praktyce wprowadzić zmianę języka i skłonić nas do wyrażania się w mowie potocznej o gwiazdach inaczej niż stałych. Pomimo jednak, iż są tak małe, astronomowie, raz przekonawszy się o ich rzeczywistem istnieniu, nie szczędzili prób w celu ich wyjaśnienia i sprowadzenia do praw ogólnych“.

Co wyrażenie „ruch własny“ gwiazdy znaczy, może być lepiej zrozumianem przy pomocy następującego wyjaśnienia. Przypuśćmy, że człowiek, stojący w Trafalgar Square i patrzący na Whitehall, widzi w danej chwili w kierunku gmachu Parlamentu omnibus, cab i wóz. Po upływie dwóch minut zobaczy te same ekwipaże już w innym porządku, np., pierwszym niech będzie wóz, drugim cab, a ostatnim

omnibus. Stąd można wnosić, że albo 1) wóz pozostał nieruchomy, a cab i omnibus posunęły się naprzód, przytem omnibus z większą szybkością niż cab, albo 2) że wszystkie trzy posunęły się nieco naprzód, lecz z różną szybkością, albo 3) że wóz cofnął się ku Trafalgar Square, a tylko omnibus i cab poszły naprzód. Jeżeli wyobrazimy sobie, że taki stan rzeczy przeniesiony został na niebo, a omnibus, cab i wóz przemienione w gwiazdy, to będziemy mieli do rozwiązania podobne zadanie, jakie mają astronomowie, którzy wykrywają i oceniają ruchy własne 3 sąsiednich gwiazd, albo dwóch, lub nawet jednej tylko z tych gwiazd. Wracając do powyższego wyjaśnienia, nadmieńmy, że chociaż idealny widz, znajdujący się w Trafalgar Square na jednym z lwów Landseer'a, może być zupełnie pewnym, że omnibus i cab posunęły się naprzód, to jednak może być zupełnie niezdolnym do określenia, czy to przesunięcie wynosi 10 czy 50 łokci, bo, wyrażając się językiem astronomicznym, wszystkie 3 ekwipaże są w „linji wzroku“ widza. Rzeczy przedstawią się jednak w zupełnie odmiennej formie widzowi, stojącemu od frontu Horse Guards. Będzie on widział ekwipaże z boku, i czy one poruszyły się wszystkie, czy tylko niektóre z nich, i które mianowicie, i o ile każdy się posunął, są to punkty, co do których będzie mógł wyrazić

swe zdanie szybko i (miejmy nadzieję) dokładnie.

Powyższe porównanie we wszystkich swych stopniach może być wzięte za kopię zadania, nasuwającego się astronomowi przy badaniu ruchów własnych gwiazd. To, co Fontenelle niegdyś powiedział o gwieździe Altair w konstelacji Orła, zgadza się z wyjaśnieniem, zaczerpniętem z tego, co można każdego dnia obserwować z Trafalgar Square'u. Fontenelle mówi: „Jest gwiazda w Orle, która, jeśli wszystko pójdzie dalej tym co teraz trybem, będzie miała po upływie dużej liczby lat na zachód tę gwiazdę, którą teraz ma na wschód“ [1]).

Uwaga Fontenelle'a jest zupełnie taką, jaką nasz idealny widz przy Horse Guards uczyniłby o zmianach w położeniu wozów, idących ku Whitehall, na które patrzy z boku. Ale warunki, w jakich obserwuje widz przy pomniku Nelsona, też są odtworzone na niebie, bo jeżeli nawet względnie do jakiej danej gwiazdy nie mo-

---

[1]) Odnosząc się do rysunku gwiazd Wielkiej Niedźwiedzicy, zauważymy, że wszystkie 7 gwiazd mają ruch własny; ale podczas gdy β, γ, δ, ε, ζ posuwają się w jednym kierunku, α i η dążą w innym, i uwaga Fontenelle'a (zmieniona odpowiednio) znajduje tu dalsze udowodnienie na przykładzie. jMożna znaleźć liczne przykłady gwiazd położonych blizko edna drugiej, mających wspólny ruch własny czyli, jak się wyraża Miss Clerke, „dążność do trzymania się stadami“.

żemy odkryć żadnych znaków, albo szczupłe tylko, bocznej zmiany miejsca, to przecież gwiazda taka może być obdarzona szybkim ruchem przybliżania lub cofania się, który można wykryć metodą poboczną. Dzięki spektroskopowi i dowcipowi nowoczesnych astronomów, ruchy zbliżania się ku ziemi lub cofania się od niej zostały wykryte dla niektórych gwiazd, mimo to iż te gwiazdy, pozostając w linji wzroku, wydają się przy wzrokowej obserwacj nieruchomemi.

Ale nie mówmy o tem przed czasem. Fakt, że pewne gwiazdy mają ruch własny, był najpierw stwierdzony przez angielskiego astronoma Halley'a w 1718 r. Porównując położenia Syrjusza, Arctura i Aldebarana, wzięte z najstarszych katalagów, z położeniami, które sam oznaczył w 1717 r., znalazł, po uwzględnieniu precessji i zmienności pochylenia ekliptyki, że każda z tych gwiazd zmieniła swe miejsce więcej niż o $^1/_2{}^0$, co stanowi przesunięcie zbyt znaczne, aby można je poczytać za błędy obserwacji lub przepisywania. Co do Aldebarana, to znaleziono później, że w Atenach 509 r. po Chr. gwiazda ta podległa pokryciu przez księżyc, co nie mogłoby mieć miejsca, gdyby przed 1400 laty zajmowała to samo lub prawie to samo, co teraz, położenie. Halley mógł najwyżej wyrazić domysł, że wymienione gwiazdy są dotknięte ruchem własnym, bo w owych czasach nie było

jeszcze szeregu systematycznych obserwacji miejsc gwiazd przy pomocy dokładnych narzędzi. Takie obserwacje jednak zaczęły się prędko gromadzić, skoro się potoczyło 18-te stulecie, tak że w r. 1738 James Cassini mógł ogłosić, że w ciągu 150 lat Arcturus przesunął się o 5′, gdy tymczasem sąsiednia gwiazda η Bootis była od tego przesunięcia wolną. Właściwie jednak można powiedzieć, że dokładne obserwacje położeń gwiazd rozpoczynają się dopiero od roku 1760 (jako epoki katalogu Bradley'a gwiazd znaczniejszych) a ponieważ od tego czasu upłynęło dopiero wiek i ćwierć, więc rzecz jasna, że badanie ruchu własnego gwiazd jest gałęzią wiedzy, znajdującą się jeszcze w dzieciństwie, zwłaszcza gdy się zważy, że w wypadku gwiazdy z największym znanym ruchem własnym (1830 Groombridge Ursae Majoris) ogół wynosi tylko 7″, i że znanych jest tylko około tuzina gwiazd, gdzie takowy przewyższa 3″. O takiem właśnie zjawisku nadmienia J. Herschel w ustępie przytoczonym wyżej, gdy mówi: „ruchy, co wymagają całych stuleci, ażeby sprawić zmiany w układzie, dostrzegalne dla gołego oka“.

Co rok zwiększa się liczba obserwacji, które, przy swej dokładności, w zestawieniu z obserwacjami tych samych gwiazd, uczynionemi we wcześniejszej dobie teraźniejszego stulecia, np. w 1800 r. i 1830 r., pozwalają nam wykryć ruchy własne gwiazd. Materjały już opracowa-

ne zdają się wskazywać fakt, że ruch własny jaśniejszych gwiazd jest, wogóle, większy niż słabszych. Przeciętny ruch własny gwiazd pierwszej wielkości, o ile te ruch własny mają, oznaczony został na $^1/_4''$ rocznie, podczas gdy przeciętne przesunięcie gwiazd 6-ej wielkości nie wynosi więcej nad $^1/_{25}''$.

Prawo to, jeżeli prawem nazwać je można, podlega wyjątkom, bo istnieją niektóre małe gwiazdy, jak 1830 Groombridge Ursae Majoris, 9352 Lac. Piscis Australis, 61 Cygni, 21,185 Lalande'a Ursae Majoris i 21,258 Lalande'a, co mają znaczne ruchy własne.

Czytelnik, który zrozumiał wyjaśnienie ze skwerem Trafalgarskim, zrozumie też bez trudności, że znajomość ruchu własnego gwiazdy udziela nam mało wiadomości o istotnym ruchu tej gwiazdy, obliczonym w milach na sekundę. Gdy mówimy, że ruch własny wynosi 4″ rocznie (około $6^1/_2{}'$ w ciągu 100 lat), znaczy to poprostu, że pozorne boczne przesunięcie gwiazdy wynosi tyle w takim przeciągu czasu, wzdłuż linji, tworzącej kąt prosty z linją wzroku widza. Ale rzeczywisty ruch własny może nie być pod kątem prostym, jak wyżej pomieniony; może on odbywać się drogą, którą obserwator widzi tylko w skróceniu. Albo w wypadku ostatecznym, jeżeli ruch ma miejsce w linji wzroku, tak, że gwiazda posuwa się prosto ku nam, albo odsuwa się od nas, może ona być w szybkim ruchu,

a jednak na pozór wydawać się nieruchomą, t. j. nie zdradzać żadnej zmiany miejsca przy porównaniu obserwacji, wykonanych w różnych czasach.

Jakkolwiek nie można powiedzieć, że wiemy dużo o istotnych ruchach wielu gwiazd, to jednak wiemy o nich trochę. Spektroskop dostarcza nam pewnych wskazówek ,podstawą których jest zasada fizyki, wygłoszona najpierw przez Dopplera w r. 1842. Zasada ta może być wyrażona w ten sposób: „Kiedy odległość między nami i ciałem, wydającem z siebie regularne wibracje dźwięku lub światła, zmniejsza się, to liczba drgnień, które otrzymujemy w sekundę, zwiększa się, i długość fal, stosownie do tego, staje się mniejszą“. W ten sam sposób, co wzrasta wysokość tonu muzycznego, wzrasta i własność łamania się promieni światła, która zależy od długości fali, tak że promień padnie bliżej fjoletowego końca widma. W praktyce można mieć przykład tej zasady często, stojąc na platformie stacji kolei żelaznej, przez którą przechodzi prędki pociąg w wysokim stopniu szybkości, świszczący bezustannie. Łatwo zauważyć, że wysokość tonu świstania ciągle się zmienia w miarę tego jak pociąg zbliża się ku stacji, i zmienia się też ciągle, lecz w kierunku przeciwnym, gdy pociąg przejdzie koło nas, i gdy odległość stopniowo wzrasta. Jaką była wysokość tonu świstania w odległości, np., 200

łokci, zanim lokomotywa przyszła na platformę, taką samą będzie w odległości 200 łokci w kierunku przeciwnym, po przejściu platformy przez lokomotywę.

Huggins w 1868 r. postanowił zastosować powyższą zasadę do spektroskopowych obserwacji pewnych gwiazd w celu przekonania się, czy jakaś szczególna linja w widmie podlega z biegiem czasu przesunięciu od swej normalnej pozycji ku któremukolwiek końcowi widma. Gdyby w danym wypadku linja przesunęła się ku czerwonemu końcowi widma, to wniosek byłby ten, że gwiazda oddala się od ziemi; z przesunięcia się zaś linji ku fjoletowemu końcowi widma wypływałoby, że gwiazda zbliża się ku ziemi. Z obserwacji Hugginsa i innych, co pracowali na tem samem polu, można wnosić, że istnieje kilka tuzinów znacznych gwiazd, poruszających się z szybkością od 2 do 50 mil na sekundę.

Doszedłszy do rozpoznania faktu, że niektóre gwiazdy są w ruchu, astronomowie pragnęli, naturalnie, zbadać, czy jakie osobliwe wyniki, i jakie, mianowicie, dadzą się z tego odkrycia wyciągnąć. W r. 1783 W. Herschel rozpoczął próby klasyfikacji ruchów własnych gwiazd, o ile takowe były mu wówczas znane. Znalazłszy widoczne cechy, że kierunki ruchów zbiegają się w pewnym punkcie w gwiazdozbiorze Herkulesa, doszedł do wniosku, że nasz sy-

stem słoneczny biegnie ku punktowi sfery nieba, znajdującemu się nieopodal od λ Herkulis. Profesor Young określił tę zasadę w następujący sposób: „Gwiazdy zdają się pędzić masą w kierunku przeciwnym do rzeczywistego ruchu słońca. Te, co się znajdują w dzielnicy nieba, ku której się zbliżamy, odsuwają się jedna od drugiej, a te, co zostają w tyle, skupiają się. Ruchy poszczególnych gwiazd odbywają się we wszystkich możliwych kierunkach, ale gdy mamy do czynienia z tysiącami gwiazd, pojedyncze ginie w ogólnem, i tylko przeważające prądy stają się widocznymi".

Opisane tu przez Young'a zjawisko możemy sprawdzić, spacerując przez pole, pokryte jednostkami jakiegoś gatunku, jak to snopami zboża, ułożonymi w kopy, stożkami siana, i t. p. Gdy się zbliżamy do szeregu takich przedmiotów, szereg, który w pewnej odległości wydawał się zupełnie nieprzerwanym, okaże się przy zbliżeniu składającym się z jednostek, oddzielonych od siebie kilkoma stopami lub łokciami przestrzeni; kiedy idziemy dalej przez pole, pierwszy i następny szeregi będą się zdawały stopniowo zamykać za nami w mniej lub więcej zwarte masy.

Po usiłowaniach W. Herschel'a w celu wynalezienia tak zwanego „apeksu" drogi słonecznej nastąpiły usiłowania innych astronomów,

i teraz istnieje około 20 rozmaitych wyznaczeń, między któremi panuje ogólnie godna uwagi zgoda. Może najwięcej do prawdy zbliżonym, bo opartym na bardzo znacznej liczbie obserwacji, jest rezultat Struve'go. Podług niego wznoszenie proste (R. A.) punktu, w kierunku którego słońce, jest 18^h 13^m, a zboczenie (D) + 27. Huggins, przez genjalne obserwacje ze spektroskopem, potwierdził ogólne wymienione tu wyniki.

Biegły i staranny astronom niemiecki Mädler, podczas pobytu swego w Obserwatorjum w Dorpacie w Rosji, wypowiedział w 1846 roku myśl, że istnieje pewien centralny punkt we wszechświecie koło którego słońce z kompanją planet i komet obraca się w ciągu miljonów lat; przypuszczał on, że punkt ten leży w kierunku Alcjony, jednej z Plejad. Trudno jest powiedzieć coś za lub przeciw tej teorji, (która, mówiąc nawiasem, jest raczej wznowieniem teorji Wright'a wygłoszonej w 1750 r.), ale nadaje się do tego wypadku uwaga Grant'a, który mówi: „Widocznem jest, że wszystkie takie dociekania wyprzedzają astronomję praktyczną, muszą więc być uważane za przedwczesne“.

ROZDZIAŁ XI.

Gwiazdy tymczasowe.

Historycy różnych czasów i narodowości mówią nam, że od czasu do czasu zajaśniały na niebie gwiazdy w miejscach, gdzie przedtem żadnych widać nie było, i że po niewielu tygodniach lub miesiącach istnienia znikały, i nie były więcej widziane. Przez jakiś czas miano skłonność do przypuszczenia, że autorowie tych opisów czerpali fakty ze swej fantazji, ale teraz nie ulega wątpliwości, że większość opisów, co do nas doszły, jest uzasadniona. Około 12-tu gwiazd otrzymało od astronomów nazwę „gwiazd tymczasowych". Ukazały się one z osobna w latach następujących: 134 przed Chr., 329 po Chr., 1572, 1600, 1604, 1670, 1848 (Nova Ophiuchi), 1860 (T Scorpii), 1866 (T Coronae), 1876 (Nova Cygni), 1885 (Nova Andromedae), 1892 (Nova Aurigae) [1]), Oprócz tych są inne, sprawozdania

[1]) 1900. Nova Persei. (*Przyp. tłóm.*).

o których są bardzo niepewne. Główną trudność we wszystkich dawniejszych wypadkach stanowi oznaczenie, czy przedmioty nieba, co się nagle ukazywały, były istotnie gwiazdami, czy też kometami lub tylko meteorami. Sprawozdania, które mamy, są rozmaitego pochodzenia, niejedne z przed 2000 lat, doszły do nas z czasów, kiedy ścisłość naukowa i dokładność wyrażania się w słowie i piśmie były nieznane. Fakt, że starożytni Grecy byli narodem marzycielskim, Rzymianie zupełnie dla nauki obojętni, Chińczycy „kwieciści", jak i obecnie, sprawia, że nam nader trudno oddzielić ziarno od plewy i ocenić (préciser, jak się Francuzi wyrażają) podaną wiadomość. Co, np., robić z takim chińskim opisem jakiegoś zjawiska, widzianego w r. 173 po Chr.: „10-go grudnia zjawiła się gwiazda między α i β Centauri i pozostawała widzialną od 7 do 8 miesięcy; była ona jak *wielka bambusowa mata* (!) i wykazywała 5 różnych barw". Gdyby nie fakt, że w różnych porach teraźniejszego stulecia wynurzały się nowe gwiazdy, jaśniały jakiś czas, i potem albo zupełnie znikały, albo też drobniały, stając się prawie niewidzialnemi, to musielibyśmy zachowywać się sceptycznie wobec opowieści wielu starożytnych kronikarzy.

Źródła naszych wiadomości są dwojakie: europejskie i chińskie. Pierwsze są, wogóle, nieokreślone co do daty i miejsca; drugie więcej

„zrozumiałe“, chociaż daty i miejsca często są wyrażone w bardzo szczególny sposób. Chińskie obserwacje mają tę zaletę, że ciągną się nieprzerwanie przez wiele wieków, i są wyrażone nader jednostajnym stylem; tak że raz nabywszy gruntownej znajomości tego stylu, europejski astronom będzie się czuł na siłach tłómaczenia z niezgorszą dokładnością całych szeregów, co też już było uczynione. Pierwszymi pracownikami na tem polu byli francuscy misjonarze jezuiccy, Couplet, Gaubil i De Mailla, którzy przebywali jakiś czas w Pekinie przed 150 laty. Wykonali oni i przynieśli do Francji kopje z różnych Chińskich roczników, które tym lub owym sposobem dostali w Pekinie. Rękopisy de Mailla były ogłoszone drukiem w Paryżu przed 100 laty, ale Couplet'a i Gaubil'a, sądzę, pozostały niewydane. Pewien bardzo pilny Francuz, Pingré, opracował wszystkie te materjały w książce o kometach, którą wydał w r. 1784, a inny znów Francuz, Biot, w r. 1846 ogłosił dalsze szeregi obserwacji. Najzupełniejszym jednak i najdokładniejszym ze wszystkich istniejących przekładów chińskich sprawozdań astronomicznych jest praca John'a Williams'a. „Obserwacje komet od r. 611 przed Chr. do r. 1640 po Chr.“, która się ukazała w 1871 r.

Wszystko to jest zboczeniem od przedmiotu, o którym chciałem rozpocząć, ale zbocze-

niem, wydającem się niezbędnem wśród okoliczności tego rodzaju.

Zdaje się, że najwcześniejszą „nową“ gwiazdą była ta, którą obserwował grecki astronom Hipparch, i, podług podania przypisywanego Pliniuszowi, ukazanie się tej to właśnie gwiazdy skłoniło Hipparcha do ułożenia pierwszego katalogu gwiazd. Podanie to było długo uważane za bajkę, ale ponieważ zjawienie się nowej gwiazdy w Niedźwiadku (Scorpio) zapisane jest u Chińczyków w r. 134 przed Chr., na kilka lat przed ogólnie przyjętą datą katalogu Hipparcha niema więc dostatecznej przyczyny do odrzucenia wymienionego wyżej podania. Pomijając nowe gwiazdy, jakoby jaśniejące w r. 945 i w r. 1264, autentyczność których podlega poważnej wątpliwości (sprawozdania dotyczą, prawdopodobnie, wielkich komet w tych latach), przechodzimy do r. 1572. W owym roku ukazała się głośna gwiazda, z którą imię astronoma Tycho Brahe często się łączy, zostawił on bowiem o niej szczegółowe zupełne sprawozdanie. Była ona widzialną przez 17 miesięcy, od listopada 1572 r. do marca 1574. Jaśniejsza od Syrjusza, rywalizowała z Venus.

Zmieniała ona barwę od białej do żółtej i czerwonej, a potem znów do białej, i pozostała taką przez cały czas, co była widzialną. D'Arrest zwrócił uwagę w r. 1864, że w obrębie 1′ łuku od miejsca, oznaczonego przez Arge-

lander'a dla gwiazdy Tychona, znajduje się mała gwiazda, która podług badań Hind'a i Plummer'a w r. 1873, jest napewno zmienną co do blasku. Położenie gwiazdy Tychona, wyliczone na r. 1890, jest następujące: R. A. $= 0^h 18^m 40^s$; Decl. $= + 63^0 32'.3$. Amatorowie, posiadający teleskopy, np., o 3 calach otworu, mogą pożytecznie spędzić czas, odszukując i obserwując tę gwiazdę. Idzie ona po pewnej gwiaździe 9-tej wielkości w odstępie czasu 21.6 s., w odległości 10′ 4″ ku południowi. Tę znów gwiazdę 9-tej wielkości łatwo poznać z tej przyczyny, że ona następuje po znanej gwiaździe Flamsteed'a 10 Cassiopeiae (6-tej wielkości), w odstępie 17 m. 12 s., o 6.4′ ku północy.

W latach 1604 i 1670 stały się widzialnemi tymczasowe gwiazdy znacznego blasku. Gwiazda r. 1604 zjawiła się w Wężowniku (Ophiuchus) i, stając się coraz jaśniejszą, dorównywała prawie Venus; trwała przez 12 miesięcy lub dłużej. Gwiazda r. 1670, zwana często „gwiazdą Anthelm'a“, ukazała się w Łabędziu (Cygnus) i doszła do blasku gwiazdy 3-ej wielkości. Trwała ona przez dwa lata, ale to bladła, to znów stawała się jaśniejszą więcej niż raz przed swem ostatecznem zniknięciem.

W Kwietniu r. 1848, Hind spostrzegł w Wężowniku nową gwiazdę 5-ej wielkości. Doszła ona może do 4-ej wielkości, wtedy zbladła i stała się bardzo małą, ale już nie zniknęła zupeł-

nie. Gwiazda ta zalicza się obecnie do gwiazd zmiennych, ale w ostatnich latach mało się nią zajmowano.

W r. 1866 zaszła zadziwiająca zmiana w jednej gwiaździe, zapisanej przedtem w r. 1855 przez Argelander'a jako 9-ej lub 10-ej wielkości. Birmingham i Tuam, 12-go maja 1866 r., uznali ją za gwiazdę drugiej wielkości. Porównując świadectwa Birmingham'a i Schmidt'a w Atenach, dochodzi się do wniosku, że wieczorem 12-go maja gwiazda ta przeszła w ciągu trzech godzin od 4-ej do 2-ej wielkości. Wkrótce potem zaczęła tracić blask i, spadłszy poniżej 9-ej wielkości, wzrosła znów do $7^1/_2$ we wrześniu, i pozostała już taką do końca roku. Ta gwiazda też się zalicza teraz do zmiennych, chociaż zdobyliśmy bardzo mało dodatkowych o niej wiadomości.

W listopadzie 1876 r., po kilku dniach bardzo złej pogody, Schmidt w Atenach obserwował 24-go nową gwiazdę 3-ej wielkości, barwy żółtej. Na początku grudnia spadła ona do 5-ej wielkości, a w końcu grudnia do 7-ej; teraz, zdaje się, znikła zupełnie.

W sierpniu 1885 r. zajaśniała nowa gwiazda w Andromedzie, w Wielkiej Mgławicy lub od przedniej strony Mgławicy. Chociaż doszła tylko do 6-ej wielkości, ale dzięki znacznej liczbie teleskopów i spektroskopów zwróconych ku

niej, *nova* ta posiada bardzo zajmującą i obszerną historję.

Zachowując do rozdziału o spektroskopie wyłuszczenie, co ten instrument powiedział nam o tej gwiaździe, opowiem tu o jej zjawieniu się. Wielka mgławica w Andromedzie jest jedną z największych i najważniejszych znanych nam mgławic, jak to zobaczymy, kiedy będziemy mówili o tej klasie przedmiotów niebieskich. Zwykle ma ona pozór rozległej i gęstej okrągławej masy jasnej mgły. Tak się przedstawiała rozmaitym obserwatorom podczas pierwszej połowy sierpnia 1885 r. Pierwszeństwo w zauważeniu jej w innej postaci, t. j. z gwiazdą, zdaje się należeć do Izaaka Ward'a w Belfaście albo do pewnej węgierskiej damy, baronowej Podmaniczky, która 22-go sierpnia przyjmowała u siebie pewnego astronoma z zawodu, d-ra Kövesligethy. W domu znajduje się teleskop, mający $3^1/_2$ cala otworu. Gospodyni i gość kilka razy używali tego teleskopu, a 22-go sierpnia baronowa zwróciła uwagę, że w mgławicy widać małą gwiazdę, co dr. K. potwierdził. Ale zjawisko było tak słabe, że oboje myśleli, iż pełnia księżyca była pośrednim tego powodem, że światło księżyca zaciemniło słabsze części mgławicy, przez co jasny środek stał się widoczniejszym. Nie upłynęło więcej nad tydzień od powyższej daty, kiedy istnienie nowej gwiazdy było ogólnie stwierdzonem; są dowody, że na kilka dni

przed 22-im sierpnia mgławica przedstawiała niezwykłą jasność, zdaje się jednak, że żadnemu z obserwatorów, którzy to zjawisko zauważyli, nie przyszło na myśl, że patrzy na coś podobnego do gwiazdy. Co do wielkości, to nowa ta gwiazda doszła, jak sią zdaje, do 6-ej, i są powody do mniemania, że w chwili gdy Ward i baronowa Podmaniczky ją widzieli, blask jej wzrastał, ale nie doszedł jeszcze do maximum. Data maximum może przypada na 31 sierpnia, poczem blask gwiazdy zaczął szybko się zmniejszać, tak że w końcu września była ona 10-ej wielkości. Następnie zmniejszała się w dalszym ciągu, dopóki ne zatonęła w mgławicy samej, czyli raczej dopóki jej jasność nie zginęła w jasności mgławicy. Zajmujące pytanie powstaje co do stosunku, jeśli jest jakikolwiek, między nową gwiazdą, a mgławicą. Bardzo zdolny francuski astronom Trouvelot przytaczał następujące przyczyny, skłaniające go do wniosku, że niema fizycznej łączności między nową gwiazdą i mgławicą. Istnieje mnóstwo małych gwiazd rozsianych na całej mgławicy. Trouvelot uważa, że te gwiazdy należą do Drogi Mlecznej, ponieważ liczba ich wzrasta w miarę przybliżania się ku Drodze Mlecznej. Są one bardzo wyraźne i dobrze oznaczone, czegoby nie mogło być, gdyby się znajdowały we mgławicy lub za nią. Wnosi on zatem, że mgławica leży za Drogą Mleczną. Wyraźny obraz nowej gwiazdy jako

też małej gwiazdy obok niej, którą on też za nową uważał, zdaje się dowodzić, że obie były od przedniej strony mgławicy, związane raczej z Drogą Mleczną, niż z mgławicą. Domysły te nie rzucają wcale światła na pytanie, dlaczego ta nowa gwiazda nagle zapłonęła i również nagle zgasła. Muszę jednak dodać swe świadectwo do świadectwa Trouvelot'a i powiedzieć, że, kiedy zobaczyłem nową gwiazdę 3-go września przez 6-calowy refraktor, nie mogłem się powstrzymać od zapisania w swym notesie, że „gwiazda nie ma nic wspólnego z mgławicą."

13-go grudnia 1885 r. J. E. Gore w Irlandji zauważył nową gwiazdę 6-ej wielkości czerwonawego koloru, położoną o jakie 20′ za X^1 Orionis. Znaleziono, że posiadała ona piękne widmo III-go typu Secchi'ego. Sześć miesięcy później spadła poniżej 12-ej wielkości. Potem znów się powiększyła, i teraz uważana jest za zmienną, przechodzącą przez wszystkie swe zmiany wielkości w ciągu blizko 12-tu miesięcy. Skąd nagły i szczególny wzrost jej blasku w grudniu r. 1885, nie można wyjaśnić.

Pozostaje jednak inna jeszcze nowa lub tymczasowa gwiazda do wzmiankowania, historja której jest nader zajmująca. 1-go lutego 1892 r. Dr. Copeland, dyrektor królewskiego Obserwatorjum w Edinburgu, otrzymał bezimienną kartę pocztową z doniesieniem, że nowa gwiazda około 5-ej wielkości ukazała się

w konstelacji Auriga, niedaleko od gwiazdy χ. Wyszło potem na jaw, że karta pochodziła od pewnego d-ra Anderson'a, astronoma amatora, mieszkającego w Edinburgu, który odkrył nową gwiazdę, posiłkując się małym kieszonkowym teleskopem i „mapą nieba“ Klein'a, w wydaniu Mc Clure. Historja tej gwiazdy w ciągu tygodni, bezpośrednio poprzedzających jej odkrycie przez Anderson'a, stała się znaną w bardzo ciekawy sposób. Profesor Pickering z Harward College, powziął niedawno myśl „patrolowania nieba“ każdej pięknej nocy za pomocą małego fotograficznego przejściowego narzędzia, któreby automatycznie zagarniało południk w szeregu postąpień dostatecznej ekspozycji do odfotografowania gwiazd 6-ej wielkości, w odstępach odpowiadających równikowej szerokości pola widzenia. Plan nadawał się do odkrycia objektów nieba jaśniejszych, niż gwiazdy 6-ej wielkości. to też gwiazda Anderson'a okazała się obecną na fotografjach, zdjętych między 10-ym grudnia 1891 r. i 20-ym stycznia 1892 r. Ponieważ znajduje się ona na wszystkich tych fotografjach, które obejmują gwiazdy do 9-ej wielkości, ale nie została znalezioną na fotografji z 8-go grudnia, należy się więc domyślać, że ta nowa gwiazda wzrosła w blasku od poniżej 9-ej wielkości pomiędzy 8-ym a 10-ym grudnia. Do końca lutego pozostała 4-ej lub 5-ej wielkości, poczem blask jej szybko się zmniejszał, i w koń-

cu marca była ona poniżej 12-ej wielkości. Obserwowano ją nadal w Obserwatorjum Lick w Kalifornji do 26-go kwietnia, kiedy niepogoda przerwała badanie. Była ona potem 16-ej wielkości, tak, że można powiedzieć, zniknęła. W sierpniu jednak zajaśniała znów powyżej 10-ej wielkości, a w końcu spadła do blisko 12-ej wielkości.

Mówiłem nieco za długo o tak zwanych „tymczasowych“ gwiazdach, bo to przedmiot, który otwiera pole naukowej użyteczności tej klasie ludzi, co, prawdopodobnie, niniejszą książkę do rąk dostaną, t. j. amatorom, posiadającym teleskopy, albo wcale bez teleskopów, tylko mającym dużo sposobności do zapoznawania się z widokiem nieba na otwartem powietrzu.

Z różnych uwag, uczynionych w tym rozdziale, wynika może, że gwiazdy tymczasowe i gwiazdy zmienne, które stanowią przedmiot rozdziału następnego, są tak ściśle z sobą złączone, że prawie wnosić można, iż wszystkie gwiazdy tymczasowe są to gwiazdy zmienne o długich i nieregularnych okresach. Dużo przemawia za tą myślą, jak również i za tą jej pokrewną, że wiele z gwiazd „zaginionych“ należy też do zmiennych, które jeszcze, jako takie, rozpoznane nie są. Ale Kirkwood, doświadczony i myślący badacz amerykański, uważa, że teorja, jakoby gwiazdy tymczasowe były gwiazdami zmiennemi o długich okresach, jest błę-

dną; że nagłość ich zjawienia się, krótkotrwałość ich maximum blasku i wielka długość ich okresów, jeżeli nawet rzeczywiście są perjodycznemi, są to przyczyny, dla których należy je odróżniać od gwiazd zmiennych we właściwem tego słowa znaczeniu. Godnem jest uwagi, że niema przykładu nowej gwiazdy, któraby, zjawiwszy się, pozostała trwale widzialną.

ROZDZIAŁ XII.

Gwiazdy zmienne.

Niedbały badacz gwiazd będzie uważał, że one zachowują niezmiennie swój blask, nie można jednak powiedzieć tego o wszystkich gwiazdach; niektóre z nich zmieniają blask od czasu do czasu i przez to zowią się „zmiennemi“. Liczba tych, co napewno podlegają perjodycznym zmianom blasku, wynosi około 300; ale prawdopodobnem jest, że istnieje tyleż jeszcze, o których można przypuszczać, że podlegają wahaniom światła. Przy braku bezwzględnej jedności do porównania, systematyczne badanie gwiazd zmiennych wymaga dużo cierpliwości ze strony obserwatora i dużo staranności w postępowaniu. Gdyby liczba obserwatorów, obdarzonych niezbędną cierpliwością i doświadczeniem, była większą, to nie ulega żadnej wątpliwości, że nasza lista gwiazd zmiennych otrzymałaby wkrótce znaczne dodatki. Ten dział as-

tronomji jest zupełnie nowy, bo starożytni zostawili nam tylko niewiele niewyraźnych opisów gwiazd, co znikały, i rzadko możemy oznaczyć z dostateczną dokładnością miejsca, które one zajmowały.

Profesor Young uczynił kilka uwag o metodzie obserwacji, do której należy się uciekać w wypadku gwiazd zmiennych; przytaczamy je tu, gdyż mogą być użyteczne. Mówi on: „Niema lepszego sposobu nad porównywanie gwiazdy gołem okiem lub przy pomocy lornetki teatralnej z otaczającemi ją gwiazdami tej samej prawie jasności w czasie, gdy jej blask zbliża się do maximum lub minimum; trzeba zauważyć, z któremi z nich równa się ona w tym momencie, a także, które są od niej nieco jaśniejsze lub słabsze. Tym sposobem amator może wykonywać pracę rzeczywistej wartości, zawiązując stosnnki z jakiem obserwatorjum, które się interesuje tym przedmiotem. Same te badania wymagają tak dużo czasu, że niepodobna, aby siły, zajęte regularną pracą w obserwatorjach, mogły się im oddać należycie, i poboczna pomoc w gromadzeniu potrzebnych faktów jest bardzo pożądaną. Obserwacje te nie są bardzo trudne, nie wymagają bardzo wielkiej pracy albo matematycznej wiedzy przy opracowaniu, i, jak już powiedziano, mogą być wykonane bez narzędzi; wymagają one jednak cierpliwości, pilności i bystrego oka“.

Jedną z najgłośniejszych gwiazd perjodycznych jest ο Ceti, tak zwana *Mira* (gwiazda „cudowna"); imię takie nadano jej dlatego, że podlega nadzwyczajnym zmianom. Okres jej wynosi 331 dni i 8 godzin, t. j., zmienia się ona 12 razy w ciągu blizko 11-tu lat. W czasie maximum blasku dochodzi czasem do 2-ej wielkości, i pozostaje taką około dwóch tygodni; potem zmniejsza się w ciągu blizko 3-ch miesięcy, staje się niewidzialną przez 5 miesięcy, z wyjątkiem tylko dla dużych teleskopów, i ostatecznie, potrzebuje znów 3-ch miesięcy, aby odzyskać pierwotne maximum blasku. Wymienione odstępy czasu można uważać jako przeciętne, ale niezawsze gwiazda ta przy zmniejszaniu lub zwiększaniu blasku zachowuje to samo stopniowanie; maximum blasku jest nie zawsze jednakowem, i przeciąg czasu od maximum do maximum nie jest zawsze ten sam. Te nieregularności badał bardzo starannie Argelander; doszedł on do wniosku, że okres 331 dni Miry zmienia się blizko co 88 takich okresów z tym skutkiem, że pojdyncze okresy stopniowo się przedłużają lub skrócają kolejno do sumy 25 dni w tym lub tamtym kierunku. Oprócz tego, nie jest prawdopodobnem, że nieregularności w maximum blasku gwiazdy są też perjodyczne, i że za każdem 11-em maximum gwiazda dochodzi do większego, niż zwykle, stopnia blasku. To przypuszczenie tłomaczy fakt, że podczas gdy widzialność Miry gołem

okiem trwa zwykle około 18-tu tygodni, w r. 1859—1860 widziano ją przez 21 tygodni, a w r 1868 tylko przez 12 -tygodni. W tym to właśnie roku Heis zauważył, że maximum wielkości jest tylko 5-ta wielkość, gdy tymczasem w r. 1888 gwiazda doszła do 3-ej blisko wielkości, a więc pozostała jako przedmiot widzialny gołem okiem, rozumie się, przez dłuższy czas. Odkrycie zmienności tej gwiazdy sięga roku 1596. 13-go sierpnia tego roku Dawid Fabrycjusz, zauważył w Wielorybie (Cetus) pewną gwiazdę 3-ej wielkości. W następnym październiku nie mógł jej znaleźć. W 1603 r. Bayer, przygotowując swoją „Mapę gwiazd“, oznaczył grecką literą o jedną gwiazdę w Wielorybie, która zajmowała miejsce, gdzie zniknęła gwiazda Fabrycjusza. Zapisał ją jako 4-ej wielkości, czyto jednak z powodu nieznajomości wcześniejszych obserwacji Fabrycjusza, czy też przez niedbalstwo, stracił prawo dopominania się honoru odkrycia zmienności tej gwiazdy. Widmo Miry jest godne uwagi, III-go typu Secchi'ego, widać w niem jasne linje.

Po gwiaździe Mira Ceti, może Algol (β Persei) należy się drugie miejsce, jako zmiennej, na niebie, a w każdym razie na półkuli północnej, tak jak też drugą jest co do daty odkrycia. Fakt jej zmienności zauważył Montanari w r. 1669, potwierdził Maraldi w r. 1694, i pół wieku później Palitzch, słynny ze swego wczesnego spostrzeżenia

komety Halley'a w r. 1758. Ale Goodricke w 1782 r. pierwszy określił ze wszystkimi szczegółami zmiany blasku, przez które Algol przechodzi. Zwykle świeci jako gwiazda $2^1/_4$ wielkości, potem schodzi do blizko $3^3/_4$ wielkości. Z fotometrycznych pomiarów w Harvard College Pickering znalazł, że blask gwiazdy zmniejsza się przez 4 godziny 22 minuty przed minimum. Po dojściu do minimum upływa 5 godzin 37 minut, zanim gwiazda odzyskuje normalne maximum. Zostaje ona przy niem w ciągu blizko 2-ch dni 10-ciu godzin. Najszybsze zmiany zachodzą na 100 blizko minut przed i 100 minut po minimum. Pickering przypuszcza, że stopień zmienności jest mniejszym, niż ogólnie utrzymują, i nie przechodzi jednej wielkości. Okres czasu, w ciągu którego odbywa się cały szereg zmian, wynosi 2 dni 28 godzin 48 minut; Chandler myśli, że się zmniejszył o 8 sekund od czasów Goodricke'a, ale mówić w takich warukach o 8-miu sekundach jest wyrafinowaniem dokładności, które trąci przesadą

Inną zmienną widzialną gołem okiem, dostępną z powodu swego położenia i wielkości dla obserwatorów półkuli północnej, jest δ Caphei. Okres jej wynosi 5 dni 8 godzin od minimum do minimum; zmienia się ona od $3^3/_4$ wielkości do $4^3/_4$. Przeciąg czasu między maximum i maximum nie jest równo przedzielony przez chwilę minimum, bo gwiazda potrzebuje więcej cza-

su, żeby przejść od maximum do minimum, niż żeby powrócić do maximum po przejściu przez minimum. Pierwsze przeistoczenie trwa 3 dni 19 godzin, ostatnie tylko 1 dzień 14 godzin. Zmienność δ Cephei odkrytą była przez Goodricke'a w r. 1784.

η Aquilae i β Lyrae mogą być też wymienione jako zmienne o krótkich okresach, które z tej przyczyny, a także dlatego, że są widzialne gołem okiem, wyjątkowo nadają się do obserwacji przez amatorów w Anglji.

η Aquilae zmienia swą wielkość od $3^1/_2$ do $4^3/_4$ w okresie, trwającym 7 dni 4 godziny 14 minut, ale sam ten okres zdaje się też być zmiennym. Gwiazda jest barwy żółtej i daje widmo II-go typu Secchi'ego.

β Lyrae odznacza się tem, że ma podwójne maximum i podwójne minimum, które razem tworzą okres 12 dni 21 godz. 47 min. Zmiany odbywają się w następującej formie: wychodząc z maximum, kiedy gwiazda jest wielkości $3^1/_4$, spada ona do swego pierwszego minimum, wielkości 4, potem znów podnosi się do tego samego, co przedtem, maximum, a w następnym minimum jest wielkości $4^1/_2$. Argelander twierdził, że β Lyrae podobną jest do Mira Ceti ze względu na okoliczności, towarzyszące jej okresowi; innemi słowy, że jej okres jest też zmiennym, że przed rokiem 1840 okres ten wzrastał, a po roku 1840 zmniejszał się, i zmniejszał się w dal-

szym ciągu w czasie, kiedy Argelander czynił tę uwagę w r. 1866. Pickering podawał myśl, że gwiazda ta jest sferoidem, którego powierzchnia nie we wszystkich częściach ma jednakową jasność, i że epoka minimum światła odpowiada chwili, kiedy ciemna część zwrócona jest ku ziemi. Jest to jednak jedno z tych daleko sięgających przypuszczeń, które nie mogą być ani dowiedzione, ani zbite. Zmienność β Lyrae była odkrytą przez Goodricke'a w r. 1784.

Zostawiłem na ostatek najgodniejszą może uwagi ze wszystkich wydatniejszych gwiazd zmiennych, a z pewnością najwięcej zagadkową,— η Argus. Na nieszczęście, nie jest ona widzialną na półkuli północnej. Po powrocie z wyspy Ś-tej Heleny w r. 1677, Halley często wyrażał wątpliwość co do stałości światła gwiazd w konstelacji Argo. Chociaż zdaje się on opierać swe wywody tylko na wielkościach gwiazd, podanych przez Ptolemeusza, lecz te były wogóle tak dokładne, że, skoro znajdowano sprzeczności między nowoczesnymi i starożytnymi dokumentami, natychmiast nastręczała się myśl, że są to rzeczywiste zmiany, nie zaś błędy obserwacji. Halley w r. 1677 zalicza η Argus do 4-ej wielkości. W r. 1751 La Caille uważa ją za gwiazdę 2-ej wielkości. W następnym półwieku światło jej się zmniejsza, bo Burchell, w czasie swego pobytu i podróży w Południowej Afryce, między 1811 i 1815 r., widział ją

4-ej wielkości. Fallows w r. 1822 na Przylądku Dobrej Nadziei, a T. M. Brisbane między 1822 i 1826 r. w Nowej Południowej Walji, widzieli ją 2-ej wielkości. W następnym roku, 1-go lutego 1827, Burchell w St. Paul w Brazylji uważa ją za gwiazdę 1-ej wielkości, prawie tak jasną, jak α Crucis; ale po upływie roku, 20 lutego 1828 r., spadła do 2-ej wielkości, i jako taką zapisali ją w swych katalogach Johnson i Taylor między latami 1829 i 1833. John Herschel, który rozpoczął obserwacje na Przylądku w r. 1834, znalazł ją wtedy i przez kilka lat następnych między 1-szą a 2-gą wielkością, bliżej 2-ej. Zdaje się, że pozostała taką, albo prawie taką, niemal 3 lata, ale 15-go grudnia 1837 r., John H., rozpoczynając na nowo pracę po pewnej przerwie, zdumiał, zobaczywszy, że stała się ona jedną z najaśniejszych gwiazd pierwszej wielkości, i że przewyższała wszystkie, należące do tej kategorji, oprócz Syrjusza i Canopusa. Sprawozdanie Herschel'a brzmi, jak następuje: „Światło jej prawie się potroiło... Przewyższała ona stanowczo Procjona, który był prawie na tej samej wysokości nad poziomem, i była daleko jaśniejszą od Aldebarana. Była jaśniejszą od α Orionis, i jedyna gwiazda (z wyjątkiem Syrjusza i Canopusa), z którą ją można było porównać, to Rigel, który ją nieco przewyższał. Od tego czasu światło jej zwiększało się w dalszym ciągu. 28-go grudnia była jaśniej-

szą od Rigela i mogła się porównać z α Centauri, której dorównywała, mając większą od tej wysokość, ale której ustępowała, skoro wysokości stały się prawie jednakowe. Maximum jej blasku zdaje się przypadać na 2 stycznia 1838 r.; tego dnia niebo było jasne i czyste, obie gwiazdy znajdowały się wysoko, zgadzając się prawie zupełnie w blasku, czasem jedna, to znów druga wydawała się jakby jaśniejszą, ale, wogóle, α Centauri należało przyznać trochę wyższości. Potem światło η Argus zaczęło znikać". John H. opowiada następnie przebieg zmniejszania się światła gwiazdy. Jego własne obserwacje ustają w kwietniu r. 1838, ale gwiazda nawet wtedy jeszcze mogła być porównaną z Aldebaranem. Z innych źródeł dowiadujemy się, że zmniejszanie się blasku trwało lat 5, ale że jeszcze w marcu 1843 r. był on takim, jak blask zwykłej gwiazdy 1-ej wielkości. Około tego czasu miał miejsce nowy wybuch światła, i, podług obserwacji Mackey'a w Kalkucie i Maclear'a na Przylądku, η Argus przechodziła w blasku Canopusa i zaledwie ustępowała Syrjuszowi. Trwało to mniej więcej przez rok 1844, poczem nastąpiła utrata blasku. Odbywało się to jednak bardzo powoli, bo w lutym 1850 r. lieutenant Gillis, znajdujący się w Chili, opowiada, że η Argus jest tak jasną, jak Canopus, tylko czerwonawo-żółtego koloru, nieco ciemniejszą od Marsa. W r. 1856 była jeszcze pierw-

szej wielkości, ale zmniejszanie się blasku postępowało ciągle. W r. 1858 Powell oznacza jej wielkość przez $2^1/_2$, w r. 1860 Tebbut przez 3, w r. 1861 Abbot przez $4^1/_4$, w r. 1863 Ellery liczy ją do 5-ej wielkości, a w r. 1867 Tebbut do 6-ej. Przez następne 10 lat spada ona do 7-ej wielkości, a w r. 1886 była oszacowaną $7^1/_2$ wielkości przez Finlay'a na Przylądku Dobrej Nadziei. Wydaje się to punktem najniższym, bo w maju r. 1888 światło jej powiększyło się o całe pół wielkości, tak że widocznie znajduje się ona w drodze do drugiego maximum, którego można oczekiwać w pierwszym dziesiątku XX-go stulecia. Z powyższego jednak sprawozdania widzimy, że nie posiadamy jeszcze dostatecznych wiadomości, aby oznaczyć z miernym stopniem dokładności okres η Argus, chociaż Wolf podał 46 lat, a Loomis 67 lat. Schönfeld zaś myśli, że gwiazda nie ma wcale regularnego okresu. W każdym razie, stan maximum wydaje się bardzo złożonym i składa się z 3-ch maximów, które razem obejmują 25 lat okresu, jakimkolwiekbądź on jest. W ciągu tego pod-okresu zmiany ograniczają się może do 1-ej i 2-ej wielkości, i może być, że ten pod-okres leży mniej więcej w środku odstępu między dwoma minimami, podczas których gwiazda jest 6-ej lub 7-ej wielkości.

η Argus znajduje się w jednem polu z „Wielką Mgławicą w Argo", i niektóre ciekawe oko-

liczności, dotyczące zarówno gwiazdy jak i mgławicy, rozpatrzymy w ostatnim rozdziale, gdzie mgławica będzie opisaną.

Czytelnik, który, słuchając mnie, starał się wyrobić sobie pewne pojęcie o osobliwościach gwiazd, zwanych „zmiennemi“, zapragnie, prawdopodobnie, zapytać, czem jest, właściwie, gwiazda zmienna. Odpowiedzieć na to pytanie zadowalająco niepodobna. Zdaje się jednak prawdopodobnem, że zmienność gwiazd, rozpoznanych jako zmienne, pochodzi z jednej z dwóch przyczyn, z których jedna stosuje się do jednej klasy tych gwiazd, druga zaś do drugiej. Ogólnie przyjętem jest przez astronomów, że Algol jest typem mniejszej liczby gwiazd, których osobliwości pochodzą z przyczyny innej, niż ta, co się stosuje do większości tych objektów. Pigott w r. 1783 wyraził myśl, która spotkała dużo uznania, że perjodyczne wahania się światła Algola pochodzą stąd, że naokoło niego obraca się ciemny satelita, mniejszy od Algola, ale dosyć wielki, aby zaciemniać częściowo gwiazdę główną. Ze względu na ogólny przebieg zmienności gwiazd zmiennych, można przypuszczać, iż pewne wnioski co do nich dadzą się wyciągnąć z tego, co wiemy o fizycznej konstytucji słońca, co się dzieje wewnątrz tego ciała świecącego i na jego powierzchni. Otóż wiemy, że od czasu do czasu, zgodnie z okresem, wynoszącym, jak się przekonano, 11 lat, występują na słoń-

cu ciemne plamy rozmaitych rozmiarów i kształtów i rozmaitej głębi cienia. Największe nawet z plam słonecznych, które przyzwyczajeni jesteśmy widzieć, są zbyt małe w stosunku do rozmiarów i blasku słońca, aby sprawić dostrzegalne zniżenie całości światła słonecznego, ale przypuśćmy, że byłoby inaczej, i że co 11 lat ukazywałyby się plamy tak ogromne, że zajmowałyby połowę lub nawet czwartą część tylko widzialnej jego powierzchni, a wtedy wielki środek naszego systemu z gwiazdy stale jasnej stałby się gwiazdą zmienną. Mówię o naszem słońcu, jako o jasnej gwieździe, gdyż, prawdopodobnie, przedstawia ono dla nas to samo, co Syrjusz lub inna jasna gwiazda [1]) dla mieszkańców innych światów, w oddalonych od nas przestrzeniach. Gdybyśmy mogli odbyć daleką drogę z ziemi ku Syrjuszowi, to pewnie przekonalibyśmy się, że Syrjusz bez wahania zasługuje na imię słońca, gdy tymczasem nasze słońce spadłoby do rzędu gwiazdy.

Tyle o okolicznościach, mogących towarzyszyć gwiazdom, które podlegają perjodycznym zmianom światła. To wyjaśnienie, nawet jeśli je przyjąć, nie obejmuje wypadku tych tymczasowych wybuchów światła, które rozważaliśmy w rozdziale XI. Ale i tu jeszcze historja słońca może być pomocną. Jest faktem prawie zupeł-

---

[1]) Patrz koniec rozdz. VII.

nie stwierdzonym, że czerwone płomienie, widzialne podczas całkowitego zaćmienia słońca, są wybuchami gorejącego wodoru, wychodzącego z wnętrza słońca; emanacje palącego się wodoru odbywają się nawet ciągle na słońcu. Badając tymczasową gwiazdę w Koronie Północnej, widzialną w r. 1866, Huggins doszedł do wniosku, że zdarzył się na tej gwieździe nagły, nadzwyczajny wybuch rozżarzonego wodoru, który swem własnem światłem, a może też i ogrzaniem całej powierzchni gwiazdy, spowodował niezwykły wzrost jej blasku, który zauważono. Myśl ta znajduje potwierdzenie w innych kierunkach, ale nie leży w zakresie naszej pracy wdawać się tu w bliższe szczegóły.

Istnieją jednak rozmaite fakty, związane z gwiazdami zmiennemi, zanadto ciekawe, aby je pominąć. Tak naprzykład, nie ulega wątpliwości, że gwiazdy te są przeważnie barwy czerwonej lub czerwonawej; i tak dalece prawidło to jest ogólnem, że ile razy znajdzie się nowa gwiazda, można bezpiecznie zacząć od przypuszczenia, że, jeśli jej kolor jest czerwony, dlatego uszła dotąd obserwacji, że jest zmienną. Hind zauważył, że gwiazdy zmienne podczas minimum często wydają się mgliste, wobec czego Arago poddał myśl, że zmniejszenie się ich blasku może pochodzić od utworzenia się na nich chmur. Pewnem jest, że barwa czerwonych gwiazd zmiennych podczas zmniejszenia się ich blasku

staje się mocniejszą, a przy wzroście blasku jaśniejszą.

Doświadczony amerykański obserwator, Chandler, wyprowadził związek między kolorami i okresami gwiazd zmiennych. Nietylko zgadza się on ze zdaniem, że gwiazdy zmienne są zwykle czerwone, ale znajduje, że im czerwieńsze są one, tem dłuższe są ich okresy. Podzieliwszy 112 gwiazd zmiennych, których kolory i okresy są dobrze znane, na grupy, w ten sposób, że pierwsza zawierała gwiazdy z okresem mniejszym od 100 dni, druga z większym od 100, lecz mniejszym od 200 dni i t. d., aż po nad 400 dni, znalazł on, że w pierwszej grupie zaledwie połowa gwiazd jest barwy czerwonej, w drugiej trzy czwarte, te zaś, których okres wynosi więcej, niż 400 dni, są wszystkie czerwone. Statystyka jego, ułożona w innej formie, wykazała, że okresy białych i żółtych gwiazd zmiennych wynoszą przeciętnie 125 dni, okresy czerwonych 288 dni, mocno zaś czerwonych 770 dni.

Espin doszedł do ciekawej statystyki co do podziału gwiazd zmiennych wśród różnych okolic nieba, a także co do ich okresów. Przekonał on się, że wyjątkowo licznemi są one w pasie nieba, pochylonym na 15° lub 20° względem równika; że pas ten przecina wprzód idący brzeg Drogi Mlecznej na północ od równika, a następny brzeg na południe od równika; że północna część

tego pasa ma niewiele stopni szerokości i jest wyraźnie oznaczona, a południowa część rozdziela się na dwa strumienie gwiazd, i miejsce tego rozdziału jest w pobliżu miejsca, gdzie i Droga Mleczna się rozdwaja; że tu blizko gwiazdy zmienne zdają się być w związku z Drogą Mleczną, nadarzając się często w szczerbach Drogi, zawsze na brzegach szczerby, ale rzadko w środku miejsc Drogi Mlecznej usianych gwiazdami, tymczasem północna część pasa gwiazd zmiennych jest sama przez się wyraźnie zaznaczona i nie wykazuje łączności z Drogą Mleczną. Espin dodaje, że z wyjątkiem jednej lub dwóch wszystkie gwiazdy tymczasowe zjawiły się w tej okolicy nieba, gdzie Droga Mleczna i pas gwiazd zmiennych rozdzielają się na dwa strumienie. te zaś, co nie należą do tej okolicy, są to jasne gwiazdy zmienne o krótkim okresie. Statystyka Espin'a jest w szczegółach zanadto obszerna, aby ją streścić w tych kartkach, ale niektóre dalsze wyniki ogólne są dostatecznie zajmujące i ważne, aby je tu powtórzyć. Pisząc w r. 1882, znalazł on, że wszystkie znane wówczas zmienne można podzielić na dwie klasy: 1) z okresem mniejszym od 70 dni i 2) z okresem przenoszącym 135 dni; niema z okresem między 71 a 135 dniami. O pierwszej klasie można powiedzieć, że należące do niej gwiazdy są dużej wielkości, koloru białego

oraz czerwonego w pewnej liczbie; i gwiazdy drugiej grupy są głównie czerwone i małe.

Inne wyniki, do których Espin doszedł, były takie, że jeśli zmienność światła jest niewielką, albo jeżeli gwiazda jest jasną, to okres, prawdopodobnie, będzie krótki; z drugiej strony, jeśli ugrupować gwiazdy pod względem długości ich okresów, od 135 dni do 420 dni, to okaże się, że liczba gwiazd rośnie wraz z długością okresu; stosunek zaś między wielkością zmiennych i ich liczbą jest taki, że w kierunku od 1-ej wielkości ku 6-ej liczba gwiazd, ze zmianą wielkości, wzrasta. Prawidła te, jednakowoż, nie nadają się, skoro okres gwiazd przekracza 420 dni, a wielkość wychodzi poza granice 6-ej.

Powyższe wyniki opierają się tylko na mniejszości znanych gwiazd zmiennych, nie odsłaniają więc szeregu praw ogólnych. Niemniej jednak są one dostatecznie interesujące i wyraźne. aby zasłużyć na uwagę teraz, a także aby zachęcić do dalszych badań w przyszłości.

Następująca klasyfikacja gwiazd zmiennych została poniekąd przyjętą w Ameryce, możemy więc podać ją tu, chociaż można jej zrobić zarzut, że uważa gwiazdy tymczasowe jako zmienne o długich okresach, co obecnie jest w najlepszym razie tylko przypuszczeniem:

1) Gwiazdy zdradzające powolną ciągłą zmianę.

2) Gwiazdy o nieregularnych wahaniach się światła: naprzemian rozjaśniające się i zaciemniające się bez jakichkolwiek widocznych praw.

3) Tymczasowe gwiazdy, które zjawiają się nagle i znów giną.

4) Perjodyczne typu o Ceti, zwykle długo-okresowe.

5) Perjodyczne typu β Lyrae, krótko-okresowe.

6) Perjodyczne typu Algola, w których zmiana światła jest taką, jakgdyby wynikała z obecności ciała, zaciemniającego gwiazdę główną.

Ze wszystkiego, co było powiedziane, widać, że gwiazdy zmienne tworzą zajmującą gałąź astronomji obserwacyjnej.

ROZDZIAŁ XIII.

Gwiazdy w poezji.

Ponieważ rozdział poprzedni zamyka to, co miałem do powiedzenia o gwiazdach, rozpatrywanych pojedynczo, pozostała zaś część książki będzie traktowała o gwiazdach, wziętych gromadnie, pod nazwą Skupień i Mgławic, zdaje się więc, że jesteśmy teraz w punkcie odpowiednim, aby odciągnąć na chwilę myśli czytelnika od technicznych wyrażeń naukowych i zwrócić je ku rzeczom lżejszym i sentymentalnym. W tym celu ożywiam swe kartki kilkoma przytoczeniami z angielskiej klasycznej poezji,—pole. opracowane z wielką pilnością, z punktu widzenia astronoma, przez J. E. Gore'a [1]). Shakespeare, naturalnie, zajmuje pierwsze miejsce pośród angielskich pisarzy, którzy wpletli do swych dumań fakty naukowe, astronomiczne i inne

---

[1]) W jego „Scenery of the Heavens".

Na nieszczęście, żył on w czasach, kiedy kwitła astrologja, która spekulując łatwowiernością człowieka, zaćmiewała ze zbyt wielkiem powodzeniem swą siostrę-astronomję, jeżeli takie zbratanie podstępu i blichtru z rzetelną nauką jest dozwolonem. Zresztą, może my w XX-em stuleciu nie powinniśmy być zbyt surowi dla swych przodków z czasów Elżbiety, bo figury mowy, zawierające wierzenia w zasady astrologji i w inne śmieszne praktyki, panują jeszcze i w tych ostatnich latach wieku, i to nietylko wśród ciemnych i nieuczonych mieszkańców odległych wsi rolniczych.

A teraz przejdźmy do Shakespeare'a. W „Juljuszu Cezarze“ [1]) (Akt I, scena 2) Kassyusz mówi:

„Przecież czasami, kochany Brutusie,
Ludzie panami są swoich przeznaczeń;
Jeżeli nisko spadamy częstokroć,
Nie jest to wina gwiazd, ale nas samych“.

Przekonanie, że gwiazdy wywierają pewien wpływ na złą lub dobrą dolę człowieka przy jego narodzinach, było bardzo rozpowszechnione przed 300 laty, i Szekspir stosuje się do

[1]) Przekład J. Paszkowskiego. Dzieła Dramatyczne Szekspira w przekładzie Koźmiana, Ulricha i Paszkowskiego, pod redakcją Kraszewskiego *(przyp. tłóm.)*.

niego, kładąc w usta Ryszardowi III takie wyrazy (Akt IV, Scena 4): [1])

„Bo się pod dobrą nie rodzili gwiazdą“;

W „Cymbelinie znów Jowisz mówi (Akt V, Scena 4): [2])

„Pod gwiazdą moją syn wasz światło ujrzał słońca“;

a Romeo (Akt V, Scena 3), w scenie na cmentarzu, mówi:

„Gdy z tego ciała znużonego światem
Otrząsnę jarzmo gwiazd zawistnych“.

Malvolio, w „Wieczorze trzech króli“ (Akt II, scena 5), wyraża w sposób jasny wierzenia ogółu:

„Moje gwiazdy postawiły mnie wyżej ciebie, lecz niech Cię wielkość nie trwoży“.

a zaraz potem następuje znane zdanie:

„Jedni rodzą się wielkimi; inni w pocie czoła do wielkości przychodzą; innych wielkość szuka sama“.

Poszczególne konstelacje albo grupy gwiazd są też przy sposobności wymienione u Szekspira. Tak naprzykład w „Otello“ (Akt II, scena 1)[1]) mówi się o morzu, wzburzonem przez wiatr:

---

[1]) Przekład Paszkowskiego.
[2]) Przekład Ulricha. (*Przyp. tłóm.*).

„.....jak bałwany
Rozkołysane, monstrualną paszczą
Żygają wodę w oczy Niedźwiedzicy
I zdają się chcieć zalać wieczny świecznik
Gwiazdy Polarnej“.

O gwiaździe polarnej jest obszerna wzmianka w „Juljuszu Cezarze“ (Akt III, scena 1)[1], Cezar tak mówi:

„Alem ja stały, jak gwiazda polarna,
Która pod względem swej niewzruszoności
Na firmamencie nie ma sobie równej.
Jest co nie miara iskr na sklepie niebios,
Każda z nich płonie, każda jasno świeci;
Lecz tylko jedna trzyma się na miejscu“.

W liście, czytanym przez Poloniusza (Hamlet, Akt II, scena 2), znajdujemy myśl, która jest zarówno starożytną (Stoicy i Epikurejczycy ją wyrażali), jak i nowoczesną:

„Wątp', czy gwiazdy są płomieniem,
Wątp' o tem, czy słońce w ruchu“.

Milton jest drugim z wielkich poetów angielskich, czyniącym częste aluzje do przedmiotów niebieskich. W „Raju utraconym“ (Księga VII, mówi o księżycu i gwiazdach: [2])

---

[1]) Przekład J. Paszkowskiego.

[2]) Przekład Jacka Przybylskiego, Kraków 1791.

(Przyp. tłom.).

„Potem kulisty księżyc, a Gwiazd wielkość wszelką,
Bóg siał gęsto na Niebo, jak na rolę wielką";

a dalej o Plejadach (ta sama księga):

„Przed nim Plejady w pląsach biegły i Brzask siwy,
A wszędy swe łagodne rozlewały spływy".

„Myśli nocne" Young'a szczególniej obfitują we wzmianki astronomiczne.

W następującym ustępie („8-ma noc") napotykamy pojęcie, o którem była mowa w tej książce, jako o zupełnie prawdopodobnem:

„Te iskry nocne, te gwiazdy promienne,
Nieprzeliczone słońca".

A ten znów ustęp, dotyczący odległości gwiazd od ziemi, czyż nie zawiera prawdziwej lekcji astronomji:

„Jakże daleko są te nocne słońca!
Mówią nam mędrcy, że to tak daleko,
Iż wątpić można, azali promienie
Przy narodzinach Natury wysłane
Dobiegły do obcego tego świata,
Choć nic szybszego nad ich bystry polot".

Istotnie, można powiedzieć, że gwiazdy były u Young'a przyczyną natchnienia:

„W dzień jedno słońce, a tysięcy dziesięć
Nocą nam świeci, w głąb' bóstwa prowadząc".

W „Wędrówkach Childe Harold'a" Byron'a

(Pieśń III, w. LXXXVIII) znajdujemy taki porywający ustęp:

„O gwiazdy, co poezją jesteście na niebie!
Gdybyśmy w waszych jasnych kartach czytać mogli
Państw i jednostek losy—przebaczyć by można,
Że przy dążeniach naszych ku szczytom wielkości,
Zapominamy o swym śmiertelnym ustroju,
Żądając pobratymstwa z wami; bo jesteście
Pięknością niezrównaną i tajemniczością,
I wzbudzacie w nas zdala cześć i miłość taką,
Że upragnione szczęście, sława, siła, życie—
Gwiazdą się zowie“.

Shelley w „Prometeuszu“ (Akt IV) mówi o astronomie w jego obserwatorjum:

„Największe głębie nieba
Oddają mu swe gwiazdy, które jak trzoda owiec
Przed jego mkną oczyma licznie, i pędzą dalej.

Moore w „Świetle Haram“ wyraża się o gwieździe polarnej:

„Światło to między tak wielu światłami
Było jak owa gwiazda, której żeglarz
Szuka na niebie wśród gwiaździstej nocy,
Aby łódź swoją kierować“.

W innem miejscu (Pieśni święte) czyni znów aluzję do gwiazdy polarnej:

„.....ku swojego uwielbienia gwieździe,
Choć chmurami pokrytej,
Wskazuje wiernie igła wśród ciemnego morza“.

Mówiąc nawiasem, wzmianka nie jest naukowo dokładną, bo igła magnesowa wskazuje nie polarną gwiazdę, lecz magnetyczny biegun ziemi.

Gwiazdy mają, naturalnie, udzielone sobie miejsce w „Porach roku“ Thomson'a. Mówi on:

„Wznieś mię ku niebu; wszystkie twoje dziwy,
Światy i światy, w nieskończonej mierze
Porozrzucane w błękitach przestworu,
Pokaż mi; ruchy ich, okresy, prawa
Daj mi rozpoznać“.

Longfellow zauważa, że

„Przedziwne prawdy, przedziwne i przeróżne
Zapisał Bóg w tych gwiazdach tam wysoko“.

Wordsworth w „Wycieczce“ (Księga IV) tak wspomina o gwieździe Polarnej:

„Wśród pól bezdrożnych samotnie wędrując,
Mieli chaldejscy pasterze nad sobą
Tylko sklepienie bezchmurnego nieba;
I w bezgranicznej swojej samotności
Na Biegunową spoglądali gwiazdę,
Jak na wiernego stróża—przewodnika,
Co nigdy swego statecznego oka
Nie zamknął“.

A w „Poematach wyobraźni“ (część II, XXV) mówi:

„Gwiazdy są to pałace, ręką natury wzniesione,
Po których snują się w szczęściu te duchy błogosławione,
Co, jako strój nieśmiertelny, jasność na siebie przywdziały.

Tennyson jest bardzo astronomiczny. W „Księżnie“ mówi:

„I skonał już złotogłów jaśniejący;
Wieńcem zawisły ponad Oryonem
Wóz i Bliźnięta niebieskie“.

Ma Tennyson bardzo dobre pojęcie o gwiazdach podwójnych, kiedy mówi:

„....gwiazdy podwójne,
Gdzie naokoło jaśniejszej
Druga się gwiazda obraca“.

ROZDZIAŁ XIV.

Gromady gwiazd.

Nic nie zdoła nas tak przekonać o cudownej piękności gwiaździstego nieba, jak widok jednego z tych pól gwiaździstych na skraju Drogi Mlecznej, w których gwiazdy tak się jedna koło drugiej tłoczą, że, jakkolwiek nie stanowią „skupień“ w technicznem tego słowa znaczeniu, są jednak tak liczne, że całe okrągłe pole widzenia teleskopu jest świecącą masą jasnych punktów. Jedna z takich okolic, pomyślnie położona dla obserwacji w Anglji, znajduje się w konstelacji Perseusza (R. A. $2^h\ 11^m\ 20^s$ Decl. $+ 56^0\ 38'$); radziłbym każdemu czytelnikowi tej książki skorzystać z pierwszej nadarzającej mu się sposobności i zobaczyć to miejsce przez teleskop najmniej 3-ch cali otworu. Jestem pewien, że to go może skłonić więcej, niż co innego, do poświęcenia czasu, myśli i pieniędzy astronomji.

Tę gromadę gwiazd nazywają czasem „Skupieniem w rękojeści miecza Perseusza“.

Zaczynając od gwiazd, jako przedmiotów pojedynczych, widzieliśmy, że znaczna ich liczba łączy się w pary; w mniejszej liczbie są złączone po trzy i t. d., aż napotykamy taki wypadek, gdzie główna gwiazda ma pół tuzina towarzyszów. Przejście od takiej gromady do tak zwanego „skupienia“ i t. d. aż do „rozłożonej na gwiazdy mgławicy“ jest stopniowe; linje graniczne między jedną klasą, a drugą nie są tu bardzo wyraźne, i muszą być pozostawione dowolnemu określeniu. Sądzę jednakże, iż dla nas wystarczy obecnie podział opisanych przedmiotów niebieskich na trzy następujące klasy: 1) Nieregularne gromady, mniej lub więcej widzialne gołem okiem; 1) Skupienia gwiazd, które można rozłozłożyć na składające je gwiazdy przy pomocy teleskopu; 3) Mgławice, po większej części jeszcze nie rozłożone na gwiazdy przy pomocy teleskopów, które teraz posiadamy, może dlatego, że teleskopy nie posiadają dostatecznej siły optycznej, a może dlatego, że te mgławice nie składają się z gwiazd, lecz z czego innego, np. z gazu.

Niektóre z gromad gwiazd, mogących się zaliczyć do skupień, są widzialne gołem okiem, nie licząc niektórych prawdziwych mgławic, dostępnych gołemu oku z powodu swych wielkich rozmiarów. Trzy skupienia były zauważone i zapi-

sane przez starożytnych, mianowicie, „Plejady“ i „Hyady“ w Byku i „Praesepe“ w „Raku“. O Plejadach mówi się dwa razy w księdze Job i raz w proroctwie Amosa, a także u Homera, który wymienia również Hyady. Wyjątki z Job i Amosa były już przytoczone[1]). Ustęp z Homera (Odysseja, Księga V, w. 270) brzmi, jak następuje[2]):

„Rad z wiatru, heroj żagiel rozpiął, i był wzdęty;
Siadł u steru, i biegle przez ciemne odmęty
Łódź kierował. Nie przyszła nigdy nań drzemota.
W plejady, w nieśpiącego wciąż patrzył Boota.
Toż w Niedźwiadka, zwanego Wozem; gwiazda ona
Bowiem w miejscu się kręci, patrząc wciąż w Orjona,
A w morzu się, jak inne, nigdy nie zanurzy.“

W Plejadach liczono z początku 7 gwiazd; potem mówili o jednej, że znikła, tak że miało pozostać 6. Sprawa ta zdaje się być pogrążoną w ciemności; powiedziałbym nawet, że nie jest historyczną, Owidyusz jednak zapisał to w swym słynnym wierszu:

„Quae Septem dici, sex tamen esse solent“. Ale chociaż zwykłe oko może rozróżnić tylko 6 gwiazd, 7-ma jest tam jeszcze, i można ją zobaczyć przy najlżejszej optycznej pomocy; do-

---

[1]) Patrz rozdz. V.

[2]) Przekład Lucjana Siemieńskiego. Warszawa 1776 *(przyp. tłóm.)*.

bre oczy są w stanie rozróżnić nawet o kilka więcej; Miss Airy, np., rozróżniała 12. Przez mały teleskop można widzieć znaczną liczbę,

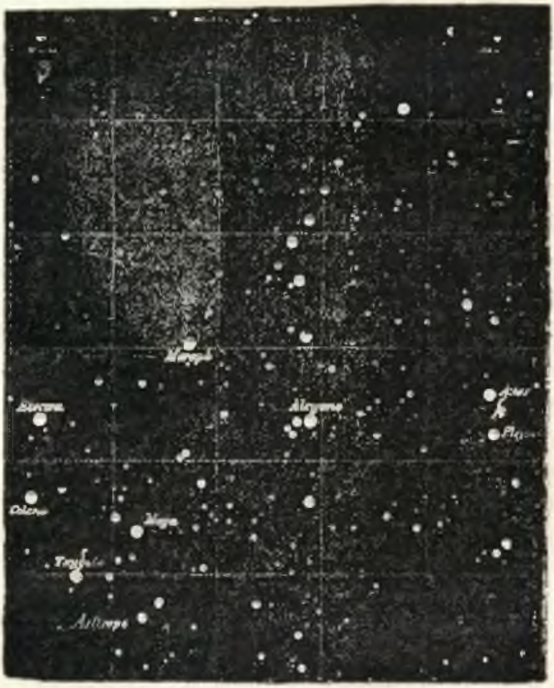


Fig. 4. Plejady.

najmniej 50, a fotografja podaje przeszło 2000 gwiazd. Najjaśniejszą jest Alcyone, inaczej η Tauri, 3-ej wielkości; potem następują Electra i Atlas, obie $3^3/_4$ wielkości, Maja 4, Merope $4^1/_4$,

Taygeta $4^1/_2$ wielkości, gdy tymczasem Celeno, Asterope i Plejone są mniejsze, wszystkie jednej prawie wielkości 6-ej; oprócz tych zbiorowisko mniejszych gwiazd.

Należy uczynić pobieżną wzmiankę o pewnych współczesnych odkryciach, dotyczących Plejad, doniosłość których obecnie nie jest dostatecznie zrozumianą. 16-go października, 1859 r. Tempel, niemiecki astronom, mieszkający we Włoszech, zauważył przedmiot, który wziął za teleskopową kometę. Następnego wieczora znalazł go w tem samem położeniu, nie była to więc kometa, lecz mgławica. Widzieli ją też i inni astronomowie. Auwers zauważył, że zajmowała około $^1/_4{}^0$ przestrzeni, lecz sądził, że mogła być dotąd niedostrzeżoną z powodu bliskości Meropy, jednej z Plejad, której blask mógł zaciemnić mgławicę. Schiaparelli w r. 1875 widział ją bardzo wyraźnie, i nader go zdziwiły rozmiary i pozorne rozgałęzienia mgławicy w różnych kierunkach. Hind twierdził, że często podejrzewał mglistość dokoła niektórych mniejszych gwiazd, położonych na krańcach Plejad. Wcześniejsze obserwacje tej mgławicy (lub tych mgławic) w Plejadach nie zgadzają się, i myśl o ich zmienności nasuwa się sama przez się; niektórzy nawet uważali rzecz całą jako bajkę. Nowsze poszukiwania przy pomocy fotografji nietylko potwierdziły rzeczywistość odkrycia Tempel'a, ale uczyniły, krok dalej; pe-

wnem jest teraz bowiem, że nie mniej nad pięć gwiazd głównych w Plejadach (wyjąwszy gwiazdy Plejone, Atlas, Asterope, i Taygeta) otoczone są masą materji mglistej, której istnienia nigdy nie podejrzewali przed otrzymaniem dowodu fotograficznego w Paryżu w r. 1885. Przyjemnie jest wiedzieć w tych okolicznościach, że rezultaty fotografji zostały bezpośrednio potwierdzone przez teleskop, olbrzymi refraktor o 30 calach otworu, w obserwatorjum Pułkowskiem w Rosji, przez który można się było naocznie o prawdzie przekonać.

Hyady tworzą mniej zajmującą grupę, także w konstelacji Taurus, w pobliżu Aldebarana; gwiazdy są tu zanadto rozrzucone i nie sprawiają już takiego wrażenia.

Praesepe w Raku jest istotną grupą, którą jednak można widzieć przez teleskop o małej sile powiększającej i dużem polu widzenia. Przedmiot ten, długo zwany „Ulem“ zdaje się być pierwszym, do którego w czasach ubiegłych zastosowano nazwę „mgławicy“, gwiazdy bowiem, składające tę grupę nie były osobno rozróżniane. Praesepe przed 2000 lat była już znaną starożytnym; Aratus i Theophrastus mówią nam, że jej zaciemnianie się i znikanie podczas stopniowego zgęszczania się atmosfery było pierwszą zapowiedzią zbliżającego się deszczu. Galileusz przez swój pierwotny teleskop narachował 36 gwiazd. Ażeby znaleźć Praesepe, trzeba prze-

prowadzić w myśli linię od Spica Virginis poniżej Regulusa we Lwie; o 22° blizko za Regulusem przetnie ona Praesepe.

Grupa gwiazd, tworzących gwiazdozbiór Coma Berenices, wymieniona jest u Webb'a, jako „zbiorowisko małych gwiazd, które oczywiście, w dostatecznej odległości, wydadzą się gołemu oku mgławicą". Mówiąc nawiasem, konstelacja ta została jakoby ustanowioną przez astronoma Conona na cześć królowej Bereniki, żony Ptolemeusza Sotera, która swe wspaniałe warkocze złożyła na ofiarę bogom, aby zapewnić swemu mężowi zwycięstwo w wojnie!

ROZDZIAŁ XV.

Skupienia gwiazd.

Będziemy rozpatrywali teraz skupienia gwiazd, które, jakkolwiek w małych teleskopach wydają się mglistemi, rozwiązują się natychmiast na pojedyncze gwiazdy przy zastosowaniu większej siły optycznej. Wybrana liczba tych skupień znajduje się w Dodatku II do użytku czytelników niniejszej książki, którzy, posiadając teleskopy, pragnęliby wiedzieć, dokąd takowe z pożytkiem skierować; wystarczy zatem obecnie nadmienić tylko o niewielu z tych skupień. 31 H VI. Cassiopeiae jest poniekąd wydatnym objektem, łatwo widzialnym przez teleskop o 2 calach otworu. Najlepiej może znanem ze wszystkich tak zwanych kulistych skupień jest 13 M. Herculis, t. j. 13-te w katalogu Messier, w gwiazdozbiorze Herculesa. Jest ono powszechnie uważane za najpiękniejsze z kulistych skupień. Smyth nazywa je „rozległą, wspaniałą ma-

są gwiazd, zbitych razem wskutek nieznanych praw łączenia, w jednej swej części bardziej niż w innych ściśniętą“. J. Herschel mówił o jej tysiącach gwiazd i „kosmatych, w linji krzywej idących rozgałęzieniach“, w układzie których hrabia Rosse upatrywał dążność do postaci spiralnej; on też zauważył kilka ciemnych szczelin. Jakkolwiek pięknem jest to skupienie, można nawet powiedzieć, wspaniałem, to przecież J. P. Nichol idzie trochę za daleko, utrzymując, że może nikt jeszcze, widząc je pierwszy raz przez teleskop, nie powstrzymał się od wydania okrzyku zdziwienia.

Zanim przejdziemy do dalszych uwag o wielkich skupieniach, należy wyjaśnić wyraz „kuliste“; nie od rzeczy też będzie powiedzieć słów parę o francuskim astronomie Messier, imię którego z tymi objektami ściśle się łączy. „Kuliste“, jako wyraz, nie potrzebuje, naturalnie, wyjaśnienia; do skupień gwiazd zostało, o ile sądzę, zastosowane najpierw przez W. Herschel'a, aby dać do zrozumienia, że gdy się patrzy na takie skupienie, ma się wrażenie, że nie jest to płaskie tło, usypane gwiazdami, lecz prawdziwa kula gwiazd. Nie można twierdzić, że wszystkie tak zwane kuliste skupienia, lub niektóre z nich, są rzeczywiście kulistemi, nie ulega jednak wątpliwości, że zwykłe oko łatwo je oszacuje, jako kule gwiazd.

Messier był to Francuz, który przed stu

blizko laty poświęcił się pracy odszukiwania komet. Miał on w tym kierunku takie powodzenie, że między 1760 r. a 1798 r. znalazł ich nie mniej 13-tu. Bardzo mu jednak dokuczały zjawiające się ciągle w jego małym teleskopie objekty, co, chociaż na pierwszy rzut oka wyglądały jak komety, były tylko skupieniami lub mgławicami; w r. 1758 pomyślał o zabezpieczeniu się od dalszych pomyłek, tworząc stały katalog mgławic i skupień, tych, które on sam znalazł, i tych które znaleźli La Caille i Méchain. Katalog wydany był w r. 1784 (czy jednak po raz pierwszy, nie jestem pewien), i jest pomnikiem zręczności i pracowitości autora, gdyż zawiera wszystkie chyba bez wyjątku znaczniej-



Fig. 5. 13 M. Herculis.

sze skupienia i mgławice, widzialne w szerokości Paryża.

Wróćmy teraz do rozpatrywania skupień, wymieniając kilka jeszcze. Po skupieniu w Herkulesie można wymienić 5 M. Librae, które, podług słów Webb'a jest „pięknem zbiorowiskiem drobnych gwiazd, bardzo zwartych w środku. W. Herschel przez swój wielki reflektor rozróżniał 200 gwiazd, chociaż sam środek był tak skupiony, że nie można go było rozłożyć na części składowe. Smyth tak się o niem wyraża: „Ten okazały przedmiot jest wspaniałą masą, orzeźwiającą zmysły po szukaniu słabych objektów, z odnogami w różnych kierunkach i jasnym środkowym płomieniem". Messier jednakże zapewniał, że „przedmiot nie zawiera ani jednej osobnej gwiazdy, ale to błędne twierdzenie było nierozsądnym rezultatem wyrokowania na zasadzie badań z teleskopem 2 stóp długości.

80 M. Scorpii jest zwartem kulistem skupieniem, które Messier znalazł w r. 1780 i opisał, jako podobne do jądra komety; i w samej rzeczy, jego ognisty środek i otaczający przyćmiony krążek nadają mu pozór komety. W. Herszel wyraził się o niem, że jest to najbogatsza w gwiazdy i najbardziej zbita masa, którą firmament może przedstawić kontemplacji astronomów, chociaż Messier zapisał je jako „Nébuleuse sans étoiles" (mgławica bez gwiazd). W pobliżu środka tego skupienia, lub, jak Webb

podejrzewał, „między niem i nami“, wybuchła w r. 1860 znamienita tymczasowa gwiazda. Pogson znał dobrze to skupienie, bo dwie zmienne gwiazdy, R i S Scorpii, znajdowały się w tem samem, co ono, polu widzenia, i Pogson często na nie patrzył. 28 maja 1860 r., szukając tych zmiennych, zauważył, na miejscu, gdzie przedtem było skupienie, gwiazdę blizko 7-ej wielkości. Widział on przedtem skupienie 9-go maja, i pewnym był, że wyglądało wówczas, jak zwykle, bez żadnej gwiazdy. W obu razach używał tego samego narzędzia i tej samej siły powiększającej. W dwa tygodnie później, 10-go czerwca, przy użyciu niższej siły powiększającej, postać gwiazdy prawie się zatarła, ale skupienie odznaczało się niezwykłym blaskiem i miało pośrodku wyraźne zgęszczenie. Obserwacje Pogson'a były w zupełności potwierdzone przez dwóch niemieckich astronomów, Luther'a i Auwers'a. Pogson tak streścił okoliczności tego ciekawego zjawiska: „Jest zatem niezaprzeczenie dowiedzionem przez świadectwa trzech świadków, że pomiędzy 9 maja i 10 czerwca (1860) skupienie 80 Messier zmieniło się pozornie ze słabego, podobnego do komety, przedmiotu w dobrze określoną gwiazdę 7-ej wielkości, poczem wróciło znowu do swej zwykłej postaci. Wydaje mi się niedorzecznem przypisywać to zjawisko rzeczywistej zmianie samego skupienia, ale dziwnem jest, że nowa gwiazda zmienna,

trzecia z rzędu w tem samem polu widzenia, jest położona między nami i środkiem skupienia". W czasie, kiedy te wyrazy były pisane, opowiedziany wypadek był jedynym, ale wypadek gwiazdy Nova Andromedae zdaje się przedstawiać pewne podobieństwo ze zjawiskiem 80 M. Scorpii w roku 1860-ym. Schönfeld mniemał, że widział pewne ślady gwiazdy w czerwcu roku 1869, nie wiem jednak, czy wiadomość ta znalazła dalsze potwierdzenie. Istnieje jeszcze dużo innych kulistych skupień na niebie, niektóre z nich znajdują się w Liście w Dodatku, o dwóch jeszcze pomówimy teraz. Są one oba na półkuli południowej i przewyższają pod względem rozmiarów i blasku wszystkie widzialne w Anglji.

57 Toucani było opisane przez J. Herschel'a, jako wspaniałe kuliste skupienie, „widzialne gołem okiem, należące do najpiękniejszych przedmiotów nieba, Składa się z bardzo stłoczonej kulistej masy gwiazd blado-różowej barwy, spółśrodkowo objętej przez inną kulę, średnicy 15′ lub 20′, mniej zwartych białych gwiazd". Mówiąc o tem skupieniu, Herschel uczynił bardzo ciekawą i znaczącą uwagę, że nie przypomina sobie, aby jakąkolwiek eliptyczną mgławicę można było na gwiazdy rozłożyć; wszystkie skupienia gwiazd mają mniej lub więcej okrągłą formę. Następnie dodaje on: „Między dwoma tymi rysami (eliptycznością formy i trudnością rozłożenia na gwiazdy) istnieje bezwątpienia pewien

fizyczny związek... zasługuje też na uwagę, że w bardzo eliptycznej mgławicy, mającej środek kulisty, (jak 65 M.) ten właśnie środek częstokroć może być rozłożony, podczas gdy gałęzie mgławicy takiego charakteru nie zdradzają".

Było to napisane przed budową wielkiego teleskopu lorda Rosse, nie można więc zarzucić niedokładności J. Herschel'owi, iż nie wymienił, że »Mgławica formy kraba" w Byku jest wyjątkiem powyższej reguły.

O skupieniu, otaczającem ω Centauri, J. Herschel mówi, że „jest widzialne gołem okiem, jako przedmiot podobny do komety, równy mniej więcej gwieździe $4^1/_2$ wielkości, chociaż, gdyby był skoncentrowany w jednym punkcie, wydawałby się znacznie jaśniejszym. Skupienie to, widzialne przez teleskop, wydaje się kulą 20′ średnicy, złożoną z niezliczonej liczby gwiazd 13-ej i 15-ej wielkości".

Rozdział ten możemy zakończyć stosownie, wymieniając niektóre skupienia niekuliste. 67 M. Cancri jest bogatem, ale luźnem skupieniem w południowej części Raka. Smyth zanotował je, jako składające się głównie z masy gwiazd 9-ej i 10-ej wielkości, ugrupowanych poniekąd na podobieństwo frygijskiej czapki i półksiężyca gwiazd osobno rozrzuconych. W. Herschel widział na raz więcej niż 200 gwiazd w polu widzenia. Przedmiot ten poprzedza α Cancri blizko o 2°.

77 M. Ceti jest okrągłym gwiazdowym objektem w pobliżu ζ Ceti. Jest on mały, jasny i leży w jednej linji z trzema małemi gwiazdami, z których jedna go poprzedza, a dwie po nim następują; najbliższa i największa jest 9-ej wielkości. W. Herschel uczynił ten objekt niebieski kołkiem, do którego przyczepił następującą uwagę: „Możemy wnosić, że głębokość najbliższej części jest co najmniej 910-go rzędu". Przez to Sir William chciał powiedzieć, że przedmiot ten jest 910 razy dalej, niż gwiazdy 1-ej wielkości; ale jest to myśl w wysokim stopniu urojona, jedna z tych, co raczej zdolne ośmieszyć astronomję i astronomów w oczach ścisłego badacza faktów.

11 M. Antinoi jest zajmującem skupieniem niezwykłej formy. Smyth porównał je do stada dzikich kaczek, podobieństwo, właściwsze od wielu innych, spotykanych w pismach astronomów. W środku znajduje się gwiazda 8-ej wielkości, a dwie zewnątrz skupienia, poprzedzając je. Smyth uważa, że „te są stanowczo między nami i skupieniem". Innego zdania był Kirch, który skupienie odkrył w r. 1681, opisując je, jako małą ciemną plamę, którą rozjaśnia gwiazda po przez nią świecąca.

W tem samem polu widzenia, co κ Crucis, i w pobliżu jej, znajduje się duże, luźne skupienie, opisane przez J. Herschel'a, jako jeden z najpiękniejszych przedmiotów tego rodzaju. Zawiera ono więcej niż 100 gwiazd, z których naj-

większe są 7-ej wielkości; 8 znaczniejszych zabarwione są różnymi odcieniami czerwonego, zielonego i niebieskiego koloru. Skupienie to było starannie przeglądane przez Russell'a w Sydneyu, w r. 1872; zauważył on, że wiele gwiazd posunęło się naprzód (przypuszczalnie, wskutek ruchu własnego) w ciągu 40 lat, które upłynęły od wykonania rysunku przez J. Herschel'a. Russell dodaje: „Barwy tego skupienia są bardzo piękne i w zupełności usprawiedliwiają uwagę Herschel'a, że ono wygląda, jak pyszny okaz wymarzonej biżuterji".

ROZDZIAŁ XVI.

Mgławice.

Rozdział niniejszy poświęcimy mgławicom — tym przedmiotom niebieskim różnych rozmiarów, kształtów i różnego blasku, z których wiele, prawdopodobnie, składa się z gwiazd, niektóre jednakże mogą być w postaci gazu. Zacznijmy od strony opisowej. Katalog Messier, o którym tak często była już wzmianka, zawierając jedynie te wielkie i jasne przedmioty, których mógł dosięgnąć mały teleskop, nie przedstawia teraźniejszego stanu naszej wiedzy o mgławicach. Większość zapisanych przez Messier przedmiotów okazało się skupieniami, resztę stanowiły prawdziwe mgławice—słabe mgliste objekty, podobne do plam jasnej mgły. Niektóre z tych mgławic uległy większym teleskopom dni dzisiejszych, występując jako masy gwiazd, zanadto skupionych razem, aby mogły były być rozróżnione przez maleńkie teleskopy, używane

przed stu lub więcej laty. Od czasów Messier, wskutek budowy wielu dużych teleskopów w ciągu drugiej połowy XIX-go stulecia, liczba obserwowanych mgławic tak wzrosła, że przewyższa obecnie 8000. Większa ich liczba jednak nie da się rozłożyć, więc otwartą jest kwestja, czem one są.

Mgławice, wogóle, dogodnie jest dzielić na sześć działów, przyczem, naturalnie, należy rozumieć, że klasyfikacja dotyczy tylko formy i rozmiarów: 1) mgławice obrączkowe; 2) mgławice eliptyczne; 3) mgławice spiralne; 4) mgławice planetarne; 5) gwiazdy mgliste; 6) wielkie mgławice o nieregularnych kształtach.

Obrączkowych mgławic rozpoznano dotąd zaledwie ze 12, i z tych jedna tylko jest dosyć duża i jasna, aby zasłużyć na więcej uwagi. Jest to Messier 57 w konstelacji Liry. Sama nazwa tych mgławic mówi o ich formie. Przy użyciu wszakże większych narzędzi, niż teleskop 4 cali otworu, forma pierścienia znika, i przestrzeń środkowa, co się wydaje czarną lub prawie czarną przez mały teleskop, wykazuje widoczne ślady materji mglistej, która, podług lorda Rosse, nie jest rozpostartą jednostajnie, lecz w prążkach, podczas gdy zewnętrzy brzeg pierścienia przerwany jest przez wyskoki rozmaitych rozmiarów i kształtów. Zachodzi poważny spór w zdaniach co do ostatecznego wyroku, jaki należy wydać o tym objekcie; badano

go przy pomocy największych teleskopów. Rosse, Chacornac i Secchi utrzymują. że można go rozłożyć na gwiazdy, Huggins znów twierdzi, że jest to jedynie masa rozżarzonego gazu. Astronomowie z Lick znajdują, że budowa tego przedmiotu jest bardzo złożona, ale nie zdradzają ochoty wypowiedzenia w tej kwestji ostatecznego słowa. Wzmiankują oni jednak o istnieniu licznych pojedynczych gwiazd i opisują ich położenie.

Mgławice eliptyczne o różnej wielkości mimośrodzie, od pospolitego owalu do długiej pręgi, spotyka się w różnych okolicach nieba. Zwykle są one bardzo jasne, a niektóre z nich odznaczają się tem, że mają w swych ogniskach, lub w pobliżu takowych, gwiazdy podwójne. Istnieje jedna mgławica eliptyczna, która stoi ponad wszystkiemi innemi; ale jej wielki rozmiar, blask i osobliwszy układ nie pozwalają uważać jej za typową mgławicę eliptyczną. Mówię tu o „Wielkiej mgławicy w Andromedzie“ Messier 31. Eliptyczność jej jest znaczna; jest ona bardzo długą i ma w środku jasne zgęszczenie, które ją czyni łatwo dostrzegalną gołem okiem w pogodną noc, niedaleko od η Andromedae, gwiazdy $4^1/_2$ wielkości. Rysunek Johna Herschela dobrze jest znanym z jego własnej książki i z innych. G. P. Bond był pierwszym, co go ulepszył, wydając, więcej niż 40 lat temu, sztych, który przedstawia więcej szczegółów.

Ciekawe są 2 czarne smugi albo próżnie, biegnące prawie równolegle do głównej osi owalu, z południowej strony. Bond nakreślił mgławicę w rozmiarach 4^0 długości i $2^1/_4{}^0$ szerokości.

Roberts osięgnął więcej jeszcze, niż Bond, bo znalazł ślady ciemnego pierścienia, oddzielającego środkową część mgławicy od pewnej jaśniejszej części zewnętrznej; całość zdaje się wykazywać ślady budowy spiralnej. Żaden teleskop nie rozłożył tego przedmiotu wyraźnie na gwiazdy, chociaż w obrębie jego granic naliczono kilka setek gwiazd. Pewnem jest jednak, że nie jest on masą gazu; prawdopodobnie jest on gwiazdowym, co z czasem może być dowiedzionem. Inną nadzwyczajną mgławicą eliptyczną jest 43 H I. Virginis, długi wązki zwitek jasnej materji z lekkiem zgęszczeniem w środku.

Osobliwe rysy „spiralnych“ czyli, jak je czasem zowią „wirowych“ mgławic wykazał najpierw hrabia Rosse. Najlepiej znaną jest Messier 51, w Constelacji Canes Venatici (Psy gończe). J. Herschelowi wydawała się ona jasnem kulistem skupieniem, otoczonem w pewnej odległości mglistym pierścieniem, o niejednakowej w różnych częściach jasności. Zdawało się, że pierścień w $^2/_5$ swego obwodu rozszczepia się na 2 warstwy, z których jedna jakgdyby wystawała z ogólnej płaszczyzny. Oprócz tego J. Herschel widział pozornie odosobnioną od głównej, drugą małą, jasną, okrągłą mgławicę. Teleskop lorda

Rosse zupełnie zmienił wygląd całej grupy. Pierścień okazał się cześcią wyraźnej spirali, a leżąca poza obrębem głównej masy mała mgławica—złączona z główną za pomocą krzy-



Fig. 6. Spiralna mgławica 51 M. Canum Venaticurum (Hrabiego Rosse).

wej odnogi; całość wykazuje charakter rozkładalności na gwiazdy. Żaden zwyczajny teleskop nie daje nawet cienia pojęcia o tych szczegółach. Widmo mgławicy nie jest widmem gazu,

co się równa twierdzeniu, że mgławica jest istotnie gwiazdową.

Mgławice „planetarne“ zostały najpierw tak nazwane przez W. Herszela, ponieważ mają postać wyraźnie zarysowanej tarczy, czasem lekko owalnej, i pod pewnym względem podobne są do wielkich planet. Najwięcej uderzającą z nich jest Messier 97, w konstelacji Ursa Major, o 2^0 na południe od gwiazdy β, która mgławicę poprzedza. Była ona opisaną, jako „bardzo szczególny objekt, okrągły i jednostajny, po długiem wpatrywaniu się podobny do zgęszczonej masy przyćmionego światła“. Ma ona średnicę 2′ 40″. Zmarły hrabia Rosse odkrył w niej otwory i dążność do postaci spiralnej. Dostrzegł on gwiazdę w każdym z dwóch głównych otworów mgławicy i nazwał ją, od jej wyglądu, „Sowią“. Jedna z gwiazd zniknęła od r. 1850, czyli, jak się wyraził pewien dowcipny pisarz, sowa zamknęła jedno ze swych oczu! Huggins znalazł, że widmo mgławicy jest gazowe.

Mgławice planetarne nie są bardzo liczne i nie bardzo jasne, czego należy żałować, bo zdaje się, że one posiadają zajmujące rysy, które je zalecają szczególniej uwadze astronomów, ale wymagają wielkich teleskopów. Naprzykład, jest jedna w gwiazdozbiorze Draco, No 37 w katalogu W. Herszel'a, IV klasy, która podług badań profesora, Holdena, wykonanych przy pomocy teleskopu w Lick, odznacza się nadzwy-

czajną budową. Mówi on, że mgławica „pozornie składa się z pierścieni, leżących jeden na drugim, i trudno oprzeć się wrażeniu, że w przestrzeni ułożone są one w kształcie szruby“. Na pierwsze spojrzenie mgławica wydaje się Holdenowi złożoną z 2 przecinających się kół, ze środkową gwiazdą w przestrzeni, wynikającej od przecięcia się dwóch kół. W południowym punkcie przecięcia jasność jest prawie dwa razy taka, jak przeciętna jasność obwodu; północny punkt przecięcia jest stosunkowo mniej jasny. Przy bliższej uwadze, jednakże, wydaje się, że jeden całkowity pierścień leży na górnej, bliżej oka położonej stronie drugiego całkowitego pierścienia, który jest na spodzie, dalej od oka. Jest jeszcze inny szczególny rys. Mgławica sama jest niechybnie barwy niebieskiej, gdy tymczasem gwiazda jest żółtawo-czerwona. Gwiazda i mgławica dają niejednakowe widma; nie można też otrzymać razem w teleskopie dobrego obrazu jednej i drugiej: przy innem ustawieniu ogniska teleskopu otrzymuje się dobre wyobrażenie gwiazdy, a przy innem mgławicy. Wszystkie te fakty dowodzą, jak godnemi uwagi są wewnętrzne osobliwości tego objektu. Holden znajduje, że mgławica 1. [illegible] IV Aquarii ma pewne podobieństwo do opisanej tu mgławicy w Smoku (Draco).

Stosownie do badań spektroskopowych, mgławice planetarne są po większej części w stanie gazu; niektóre są wyraźnie niebieskawej barwy.

Trzy czwarte z nich znajduje się na półkuli południowej, przeważnie w Drodze Mlecznej lub w pobliżu tejże.

„Gwiazdy mgliste", zgodnie z ich nazwą, są to zwyczajne gwiazdy, otoczone lekką mglistością; nazwa jednak nie wydaje się być całkiem odpowiednią. Hind uważa, że w niektórych wypadkach mglistość jest wyraźnie zarysowaną, ale w innych wcale nie; że „gwiazdy, za mgliste uważane, nie różnią się z pozoru często niczem od gwiazd pozbawionych tego tytułu; że materja mglista, w której są położone, nie zdradza najmniejszych cech rozkładalności na gwiazdy przy zastosowaniu jakiegokolwiekbądź ze zbudowanych dotąd teleskopów".

Najwybitniejszą może gwiazdą mglistą jest Nr. 45 w katalogu W. Herschela IV klasy, w konstelacji Gemini. John Herschel mówi o niej jako o gwiaździe 8-ej wielkości, która leży „w samym środku doskonale okrągłej, jasnej atmosfery 25″ średnicy". Key opisuje ją, jako „jasną, ale nieco mglistą gwiazdę, ściśle otoczoną ciemnym pierścieniem, po którym następuje pierścień jasny; dalej idzie mniej jasna przerwa, i, wreszcie, w pewnej odległości, zewnętrzny jasny pierścień". Ten opis zgadza się z opisem hrabiego Rosse.

Najjaśniejszą gwiazdą mglistą, napewno rozpoznaną jako taka, zdaje się być ι Orionis, gwiazda potrójna wielkości $3^1/_2$. ε Orionis, $2^1/_2$ wiel-

kości, też jest uważana za mglistą, ale świadectwa co do niej są bardzo sprzeczne i raczej dowodzą, że taką nie jest.

Ostatnia klasa mgławic, która nam jeszcze pozostaje, to mgławice rozmaitych kształtów i rozmiarów, co nie mogą być objęte jakiemś jednem nazwiskiem.

„Mgławica formy Kraba“ w Byku nosi popularną znaną nazwę, ale niezupełnie uzasadnioną. We wszystkich zwyczajnych teleskopach objekt ten przedstawia się, jako prosty owal; powyższa specjalna nazwa została mu nadaną na zasadzie opisu lorda Rosse, z którym John Herschel się zgadzał; obserwacje jednak Parsonstown'a zdają się temu zaprzeczać. Odkrycie tej właśnie mgławicy w r. 1758 spowodowało Messier do ułożenia jego dobrze znanego katalogu mgławic.

Najwspanialszą i najbardziej interesującą ze wszystkich mgławic jest, prawdopodobnie, „Wielka Mgławica w Orjonie“. Wymieniłem ją w jednym z poprzednich rozdziałów w związku z wielokrotną gwiazdą θ Orionis, którą ona otacza. Już przez mały teleskop rozpoznaje się wybitne rysy mgławicy, mianowicie „czeluść ryby“. Ogólny opis Johna Herschel'a, napisany przed wielu laty, jeszcze i teraz w główniejszem jest dobry, chociaż nowsze obserwacje za pomocą dużych teleskopów wykazały wiele rysów, nie rozpoznanych przed pół wiekiem; szczególniej wy-

stępuje bardzo wyraźnie kosmykowaty, jeśli można się tak wyrazić, charakter budowy mgławicy.

Sprawozdanie Johna Herschela brzmi w ten sposób: „W główniejszych jej szczegółach można odnaleźć pewne podobieństwo do skrzydeł ptaka. W jaśniejszej części znajdują się 4 wybitne gwiazdy, tworzące różnobok. Mglistość w bezpośredniem sąsiedztwie tych gwiazd jest kosmykowatą i zielonkawo białego koloru; o pół prawie stopnia na północ od różnoboku znajdują się dwie gwiazdy, pogrążone w rozgałęzionej mgle szczególnej formy, a na południe leży ι Orionis, też we mgławicy. Staranne badania za pomocą silnych teleskopów wykryły, że pomiędzy wielką mgławicą i obydwoma tymi objektami światło mgliste ciągnie się nieprzerwanie, nie ulega więc wątpliwości, że okolica mgławicy rozciąga się ku północy aż do ε w pasie Orjona, która, z wieloma mniejszemi sąsiedniemi gwiazdami, pogrążona jest w wyraźnej mglistości“.

Secchi sądził, że mgławica rozciąga się daleko poza granice zwykle jej oznaczane, i że istnieją w różnych kierunkach, daleko od głównego środka, rozrzucone odłamy materji mglistej, które w rzeczywistości należą wszystkie do głównej masy. Przypisuje on całości, mówiąc ogólnie, zarys trójkąta, którego podstawa wynosi 4^0, a wysokość około $5^1/_2{}^0$, sięga z góry na dół od ζ u szczytu aż do ε prawie (z przerwą

jednak przy σ). Fotograficzne i spektroskopowe obserwacje prowadzone były w ostatnich latach na szeroką skalę. Ostatnie zdają się wskazywać, że mgławica składa się z gorejącego gazu wodoru. Zwiększenie liczby fotografji, rozciągających się na pewien przeciąg lat, może doprowadzić do lepszego zrozumienia okoliczności i warunków mgławicy, niż to jest obecnie możebnem. Istniejące jej rysunki, obejmujące blizko sto lat, pozostawiają tak wiele do życzenia pod względem zgodności jednego z drugim, że wiele osób przypuszcza, iż w mgławicy zaszły zmiany, brakuje jednak dostatecznych dowodów, któreby ten domysł popierały.

30 Doradus jest to mgławica na południowej półkuli; podług opisu i rysunku Johna Herschel'a należy ona do niezwykłych objektów. Sir John mówi o niej, jako „o jednym z najszczególniejszych przedmiotów, jakie niebiosa posiadają". Dziwnem jest, że nie podaje on szczegółowego opisu, poprzestając na zapewnieniu, że rysunek (w jego zarysie astronomji) jest tak dokładny, iż dalszy opis jest zbytecznym. Osobliwy rys tej mgławicy stanowią szeregi zwinięć, które ona przedstawia—masy materji mglistej, poprzeplatane wewnątrz i zewnątrz niezliczonymi czarnymi albo mniej lub więcej pozbawionymi gwiazd odstępami.

Inną południową mgławicą, trochę podobną do poprzedniej, jest mgławica otaczająca opisa-

ną już gwiazdę zmienną, η Argus. John Herschel, na Przylądku Dobrej Nadziei, mniej więcej 60 lat temu, tak ją opisał: „Widziany przez 18-to calowy reflektor, dziwny ten przedmiot w żadnej swej części nie pokazuje znaku rozkładalności na gwiazdy; w najjaśniejszej nawet i najbardziej zgęszczonej okolicy, przyległej do szczególnego próżnego miejsca w środku figury, nie ma tej dążności do rozwinięcia naprzemian jasnych węzłów i ciemniejszych części, które charakteryzują mgławicę w Orjonie i wskazują na możliwość jej rozłożenia. .....Niełatwo jest oddać słowem wrażenia piękności i wzniosłości, jakiego się doznaje na widok mgławicy, gdy ta, przy ruchu dziennym, wstępuje w pole widzenia teleskopu (umocowanego w R. A.), poprzedzona wspaniałą procesją niezliczonych gwiazd, których jakgdyby tworzy stopniowe przejście".

Pewna tajemnica wisi nad tą mgławicą i jej gwiazdą środkową. W r. 1863 wywarła duże wrażenie wiadomość Abbott'a z Hobart Town w Tasmanji, że podczas, gdy podług Johna Herschela w pobliżu środka tej mgławicy znajduje się soczewkowata przestrzeń wolna od gwiazd, a η leży w pewnem oddaleniu od tego pustego miejsca i ściśle jest otoczona materją mglistą, teraz okazało się, że puste miejsce zmieniło kształt, a gwiazda (która spadła do 6-ej wielkości) nie ma dokoła siebie materji mglistej. Twierdzenia te, dowodzące, gdyby się okazały

prawdziwemi, że pozór mgławicy uległ rzeczywistym zmianom między r. 1833 a r. 1863, były sprawdzane przez kapitana J. Herschel'a w Indjach, przez d-ra B. A. Gould'a w Południowej Ameryce i innych, i ogólny wyrok był taki, że twierdzenia Abbott'a są nieuzasadnione, i że rysunek Johna Herschel'a z r. 1833 przedstawia te same szczegóły, które mgławica i nadal w roku 1882 wykazuje.

Gwiazdozbiór Strzelca (Sagittarius) zawiera 2 duże godne uwagi mgliste masy, w niewielkiej od siebie odległości. 20 M. Sagittarii jest główunym członkiem ważnej grupy, o której John Herschel pisze, co następuje: „Jedna z nich jest szczególnie trójrosochata i składa się z trzech jasnych mas mglistych nieregularnej formy, znikających stopniowo na zewnątrz, ale dochodzących do znacznego natężenia światła na brzegach wewnętrznych, gdzie otaczają rodzaj trójwidłastej szczeliny czyli próżnego miejsca, raptownie i dziwacznie wykrzywionego i zupełnie wolnego od mglistego światła. Piękna gwiazda potrójna położona jest na brzegu jednej z tych mas mglistych, tam właśnie, gdzie próżnia wewnętrzna rozdziela się na dwa kanały“.

8 M. Sagittarii jest innym godnym uwagi przedmiotem, niedaleko od wyżej wymienionego, dostępnym dla gołego oka, który można skutecznie badać nawet przy pomocy 3-calowego teleskopu. John Herschel mówi o nim: „Zbiór

fałd i mas mglistych, otaczających i zawierających pewną liczbę owalnych ciemnych miejsc próżnych, i w jednem miejscu dochodzący do takiego stopnia blasku, że przedstawia pozór wydłużonego jądra. Ponad mgławicą, rozciągając się w jednym kierunku poza jej granice, znajduje się piękne, bogate skupienie rozrzuconych gwiazd, które, o ile się zdaje, nie stoi w związku z mgławicą, gdyż ostatnia, jak mgławica w Orjonie, nie wykazuje dążności do skupiania się około gwiazd".

Mała konstelacja Scutum Sobieskii zawiera słynny objekt zwany czasem (nie bardzo trafnie), mgławicą „Podkowy", a czasem (dużo właściwiej) mgławicą „Omega". Przez mały teleskop mgławica sprawia wrażenie łabędzia, pływającego po powierzchni wody. Tak jak i w wypadku η Argus, czynione były zapewnienia, w tym razie, zdaje się więcej uzasadnione, że w wyglądzie tej mgławicy zaszły ważne zmiany od czasu pierwszych jej rysunków. Poważne imiona łączą się z tymi wywodami. Holden, który badał bardzo starannie i szczegółowo historję tej mgławicy, zapisaną między 1833 i 1875, dochodzi do wniosku, że „Podkowa poruszyła się względnie do gwiazd, a więc mamy świadectwo, że w mgławicy zaszły zmiany. Może to być rzeczywista zmiana w samej mgławicy, jak przypuszczał Schröter, potwierdził O. Struve, i jak ja sam stwierdziłem na mgławicy w Orjonie;

lub też może to być przesunięcie się całej mgławicy w przestrzeni“.

Mgławica „Dumb-bell“ (27 M. Vulpeculae) jest zanadto znaną, aby potrzebowała dłuższego opisu w tem miejscu. Opisy jej wyglądu w ciągu więcej niż stulecia, w miarę tego jak wzrastała siła skierowanych ku niej teleskopów, stanowią ważną przestrogę dla tych, co na zasadzie pozornych sprzeczności w opisach słowem i rysunkach wnoszą, że bezwzględne zmiany zaszły w postaci i okolicznościach objektów nieba Dosyć powiedzieć, że kiedy nazwa „Dumb-bell“ jest bardzo właściwą przy opisie tego przedmiotu, widzianego przez teleskop o 6-ciu, 8-miu lub więcej calach otworu, to jednak zupełnie się nie nadaje przy zastowaniu olbrzymich teleskopów dzisiejszych, mających 20, 30 lub 40 cali otworu. Fotografja Roberts'a jest prawie nie do pogodzenia ze starymi rysunkami, w których charakter hantli jest dominujący.

Półkuła południowa posiada dwa objekty, których nie można pominąć, traktując o mgławicach. Są to „Obłoki Magellana“ albo „Nubecula Major“ i „Nubecula Minor“. obie nazwy przypominają do chmur podobny wygląd tych przedmiotów, wyrazy „major“ i „minor“ dotyczą, naturalnie, ich rozmiarów. Oba są w niewielkiej odległości od bieguna, „Wielki obłok“ w konstelacji Dorado, „Mały obłok“ w konstelacji Tukana. Są one nieco owalnego kształtu, widzial-

ne gołem okiem, ale mniejszy znika przy silnem świetle księżyca. John Herschel opisuje je, jako złożone z potoku gwiazd, mgławic i skupień.

Podział mgławic wśród nieba przyciągał uwagę wielu astronomów, którzy chcieli posunąć teorję tych przedmiotów, lub którzy się zajmowali konstytucją wszechświata. Nie wiem jednak, czy można powiedzieć, że dużo światła padło na kwestje, które się do rozwiązania nasuwały. Jedna rzecz jest godną wzmianki i bez wątpienia znaczącą, ale nie wiemy, co ona znaczy: podział mgławic wśród nieba jest bardzo nierówny. Gromadzą się one w pasie, który przecina Drogę Mleczną pod kątami prostymi. Większość ich znaleziono w pasie, który obejmuje ledwie ósmą część nieba. Najliczniej występują w gwiazdozbiorze Virgo, a także w sąsiednich gwiazdozbiorach Leo, Ursa major, Camelopardus, Draco, Bootes, Coma Berenices, i Canes Venatici. W okolicach nieba, leżących prawie naprzeciwko wymienionych, t. j., w gwiazdozbiorach Pegasus, Andromeda i Pisces, są też liczne. Nierównomierność podziału mgławic uprzytomni sobie może czytelnik lepiej, gdy rozważy, jak one są rozłożone podług godzin wznoszenia prostego. Z 5079 skupień i mgławic, zapisanych w katalogu Johna Herschela z r. 1864, XIX-ta i XX-ta godziny zawierają ich mało, jedna 79, druga 90, gdy tymczasem XI-ta zawiera 421,

a XII-ta 686. Ostatnia odpowiada znacznej części konstelacji Virgo. Okolice nieba, leżące najbliżej Drogi Mlecznej, są najbiedniejsze w mgławice, których najwięcej znajduje się dokoła biegunów tego wielkiego i tajemniczego pasa. Na półkuli południowej mgławice są regularniej rozłożone w pasie, otaczającym południowy biegun. Z drugiej strony, ich zbiorowa liczba jest mniejszą; są jednak dwie wspaniałe okolice, które same zawierają blizko 400 mgławic, gwiazd i skupień.

Zasługuje na uwagę fakt, że prawie wszystkie mgławice, które podług badań spektroskopowych, są w stanie gazu, leżą albo w samej Drodze Mlecznej, albo blizko do niej przylegają; w okolicach zaś znajdujących się w pobliżu biegunów Drogi Mlecznej niema mgławic gazowych, chociaż okolice te w inne mgławice obfitują.

Czytelnik przypomina sobie, co było już powiedziane o mniemanej zmienności wielkiej mgławicy w Orjonie, mgławicy, otaczającej η Argus i mgławicy „Omega“ w konstelacj Vulpecula. W związku z uwagami już uczynionemi przy rozpatrywaniu trzech tych mgławic, zaznaczyć należy, że, jakkolwiek stwierdzono istnienie gwiazd zmiennych, o mgławicach zmiennych jeszcze nie wiemy.

ROZDZIAŁ XVII.

Droga Mleczna.

Gdy patrzyć na Drogę Mleczną, wydaje się, że niema tam, właściwie, dużo do zobaczenia (a przynajmniej niewiele do sprawdzania), uważniejsze jednak rozpatrywanie przy pomocy teleskopu wyprowadza na jaw wielką rozmaitość w wysokim stopniu interesujących szczegółów. Jak ona przedstawiała się naszym przodkom, widać dostatecznie z dobrze znanego opisu Miltona (Raj utracony, księga VII, w. 577--81): [1])

«Niebo szeroko Bramę otwarło gwiaździstą.
Twórca przez środek z pompą prowadzony mnogą
Szedł do wiecznego Domu Boga prostą drogą,
Po obszernym gościńcu, gdzie pyły są złotem,
A w bruk sadzone Gwiazdy tak świtne migotem.
Jak te, co w noc na Mlecznej Drodze widzisz siane,
To tło, jak pas kolisty, gwiazdami utkane».

---

[1]) Przekład J. Przybylskiego. Kraków 1791 (*przyp. tł.*).

Wordsworth, jak widać z powyższego opisu, nie podaje swego oryginalnego obrazu, mówiąc (w utworze „Dion“) o

«Szerokiej drodze niebieskiej, gwiazdami wybrukowanej».

Zacznijmy od opisowej strony Drogi Mlecznej. O ile mi wiadomo, jedynym astronomem, który o niej pisał i mógł to uczynić na zasadzie osobistych badań na obu półkulach ziemi, był John Herschel. Oczywistem jest, że opis takiego objektu nie może być dokładnie utworzony ze zbioru sprawozdań przygotowanych po kawałku; wymaga on pracy jednego człowieka, który go objął okiem dokoła, w całym jego obwodzie. Nie usprawiedliwiam się więc, że podaję w streszczeniu opis Drogi Mlecznej Johna Herschela.

Jeżeli iść po linji największego jej blasku, o ile na to zmienna jej szerokość pozwala, to bieg jej zgadza się prawie z biegiem wielkiego koła, nachylonego blizko na 63^0 względem równika, przecinającego równik w punktach, których wznoszenie proste (R. A.) wynosi 6^h 47^m i 18^h 47^m, tak, że bieguny Drogi znajdują się w punktach następujących spółrzednych: R. A. $12^h 47$, Decl + 27 i R. A. 0^h 47^m, Decl. — 27^0. W okolicy, gdzie Droga Mleczna się rozdwaja, wielkie to koło biegnie pomiędzy dwoma potokami materji galaktycznej, zbliżając się, jednakże, więcej do potoku jaśniejszego

i mniej przerwanego. Jeżeli rozpatrujemy Drogę Mleczną kolejno co do wznoszenia prostego, to widzimy, że przechodzi ona przez Kassyopeję, jaśniejsza jej część blizko 2⁰ na północ od δ. Przechodząc stamtąd pomiędzy γ i ε, puszcza odnogę ku południowi, w kierunku α Persei, poprzedzającą tę gwiazdę, wybitną aż do tej gwiazdy, przedłużoną słabo ku ε Persei, wykazującą może ślady w kierunku Hyad i Plejad. Główny potok jednak, (który tu jest bardzo słaby), biegnie przez Auriga, nad ε, ζ i η, poprzedzając gwiazdę Capella, między stopami Bliźniąt i rogami Byka (gdzie przecina ekliptykę w pobliżu punktu przesilenia dnia z nocą); stamtąd ponad maczugą Orjona idzie do szyi Jednorożca (Monoceros) przecinając równik w punkcie R. A. 6^h 54^m. Aż do tego punktu, od strzały w Perseuszu, światło Drogi jest słabe, ale odtąd stopniowo się wzmaga, i odłopatek Jednorożca, idąc powyżej głowy Wielkiego Psa, przedstawia ona szeroki, umiarkowanie jasny, bardzo jednostajny i dla gołego oka pozbawiony gwiazd potok, aż do punktu, w którym wchodzi w konstelacją Argo blisko południowego zwrotnika. Tu się znów rozdziela (koło gwiazdy m Puppis) wysyłając wązką, kręcącą się gałąź ze strony wyprzedzającej, aż do γ Argus, gdzie się nagle kończy.

Południowy bieg głównego potoku dochodzi do 33-go równoleżnika zboczenia południowego, gdzie rozlewa się szeroko i znów rozdziela,

roztwierając się szerokim wachlarzem, prawie 20° szerokości, utworzonym z przeplatających się gałęzi, które wszystkie kończą się nagle, w linji, przeciągniętej prawie przez λ i γ Argus.

Tu ciągłość Drogi Mlecznej przerywa szeroka luka, na przeciwnym brzegu której znów się rozpoczyna podobnym wachlarzowato ukształtowanym zbiorem gałęzi, zbiegających się poniżej η Argus. Stąd przecina tylne nogi Centaura, tworząc ciekawą, ostro zarysowaną półokrągłą wklęsłość, i wkracza w gwiazdozbiór Krzyża jasnem międzymorzem, nie więcej nad 3° lub 4° szerokości; jest to najwęższa część Drogi Mlecznej. Potem odrazu rozpościera się szeroką masą, otaczającą α i β Crucis i β Centauri, ciągnąc się prawie do α Centauri. W środku tej jasnej masy, zabierając prawie połowę jej szerokości, leży szczególna ciemna próżnia, w kształcie gruszki, koło 8° długa i 5° szeroka, bardzo wybitna, od kilku stuleci zwana „Workiem węgla“; nazwę tę nadali jej dawni żeglarze. W próżni tej znajduje się tylko jedna bardzo mała widzialna gołem okiem gwiazda, chociaż są tam gwiazdy teleskopowe. Uderzająca czarność tego miejsca jest skutkiem kontrastu z masą jaśniejszej materji, która czarną przestrzeń otacza. Jest to miejsce największego zbliżenia Drogi Mlecznej do bieguna południowego. Cała ta okolica jest bardzo jasną i w porównaniu z więcej północną częścią, bieg której już wyżej został na-

kreślony, wywołuje wrażenie większej blizkości, i może skłonić do przekonania, że nasza pozycja, jako spektatorów, oddzielona jest ze wszystkich stron znaczną odległością od gęstego zbioru gwiazd tworzących galaktyczność, którą pod tym względem można uważać za spłaszczony pierścień ogromnej nieregularnej szerokości i długości, wewnątrz którego jesteśmy mimośrodowo umieszczeni, bliżej południowej niż północnej części jego obwodu.

Przy α Centauri Droga Mleczna znów się dzieli, wysyłając od strony wyprzedzającej dużą gałąź, połowy prawie swej szerokości, która jednak nagle się zwęża, pod kątem 20° do kierunku głównego, ku η i d Lupi, za któremi niknie, jako wązki słaby strumyczek.

Główny potok przechodzi, rozszerzając się, do γ Normae, gdzie czyni nagłe zagięcie, i znów rozdziela się na główny nieprzerwany strumień bardzo nieregularnej szerokości i jasności od strony następującej i złożony system poplątanych pasów i mas od strony wyprzedzającej, który pokrywa ogon Niedźwiadka (Scorpio) i kończy się obszernym słabym rozlewem wśród znacznej przestrzeni konstelacji Ophiuchus, dochodzącym ku północy do równoleżnika 13° zboczenia południowego; dalej następuje obszerna przerwa 14°, wolna od wszelkiego śladu światła mglistego, która oddziela tę cześć od wielkiej gałęzi, leżącej na północnej stronie od ró-

wnika, za dalszy ciąg której wymieniona część jest zwykle uważaną.

Wracając do punktu oddzielenia się tej gałęzi od głównego potoku przy α Centauri, przypatrzmy się teraz biegowi tego głównego potoku. Czyniąc nagłe zagięcie przy brzegu następującym, przechodzi on ponad ι Arae, ο i ι Scorpii i γ Telescopii do γ Sagittarii, gdzie się nagle zbiera w silną masę blisko 6° długą i 4° szeroką, tak nadzwyczajnie bogatą w gwiazdy, że podług bardzo umiarkowanego obliczenia liczba ich przewyższa 100,000. Na północ od tej masy, strumień powyższy przecina ekliptykę blisko pod 276° długości, idąc wzdłuż łuku Strzelca do Antinousa; bieg jego przerywają 3 głębokie wklęsłości, oddzielone jedna od drugiej wyskokami, z których największy i najjaśniejszy, (leżący między gwiazdami 3 i 6 Aquilae), tworzy najwybitniejszy płat południowej części Drogi Mlecznej, widzialny w szerokościach geograficznych Anglji.

Przerzynając równik w XIX-ej godzinie wznoszenia prostego, biegnie nieregularnym, poszarpanym i kręcącym się strumieniem przez konstelacje Aquila, Sagitta i Vulpecula aż do konstelacji Cygnus. Przy ε Cygni ciągłość Drogi się przerywa, i zaczyna się pogmatwana, bardzo nieregularna, okolica, z szeroką ciemną pustką, trochę podobną do „Worka węgla“ półkuli południowej, zajmującą przestrzeń pomiędzy ε, α

i γ Cygni, która służy za rodzaj środka, skąd się rozchodzą 3 duże strumienie. Z tych jeden już został nakreślony, drugi, będący dalszym ciągiem pierwszego (po przez przerwę) od α Cygni na północ, pomiędzy Jaszczurką i głową Cefeusza, do punktu w Kassyopei, skąd wyszliśmy; trzeci, idąc od γ Cygni, bardzo silny i wybitny, biegnie w kierunku południowym przez β Cygni i s Aquilae, prawie do równika, i ginie w okolicy rzadko usianej gwiazdami, gdzie na niektórych kartach umieszczona jest konstelacja Taurus Poniatowskii. Gdyby tę gałąź przeciągnąć po przez równik, to można sobie wyobrazić, że się łączy z wielkim południowym rozlewem w Wężowniku, już wymienionym. Znaczna wydęta odrośl idzie w północnym strumieniu od głowy Cefeusza wprost ku biegunowi, zajmując większą część różnoboku, utworzonego przez α, β, ι i δ Cephei.

Wielka ilość dociekań stoi w związku z Drogą Mleczną, ale, jak Gore słusznie zauważył: „Wiele prób uczyniono w celu stworzenia zadowalającej teorji budowy Drogi Mlecznej, wszystkie jednak wysiłki nagrodzone zostały dotąd bardzo małem powodzeniem. Nic w tem dziwnego, gdyż zagadnienie to jest jednem z najtrudniejszych“. Thomasz Wright z Durham'u był pierwszym współczesnym badaczem Drogi Mlecznej. Dał on w r. 1734 początek teorji, którą w dojrzalszej formie i opracowaną na pod-

stawie lepszych materjałów, przedstawił koło roku 1784 W. Herschel, jako „Teorję warstwy Drogi Mlecznej“, zwaną przez niektórych „Teorją rozszczepionego kręgu“. Krótko mówiąc, teorja zasadzała się na tem, że gwiazdy nie są bez ładu rzucone w przestworach nieba, lecz że są zgrupowane w pewnej określonej warstwie zawartej między dwiema płaskiemi równoległemi powierzchniami, znajdującemi się blizko jedna drugiej, przedłużonemi we wszystkich kierunkach na bardzo dalekie przestrzenie; grubość warstwy w porównaniu z jej długością i szerokością jest nieznaczna; słońce zajmuje miejsce gdzieś w środku grubosci warstwy i blizko punktu, gdzie ona rozdziela się na dwa główne strumienie, pochylone o mały kąt jeden względem drugiego Teorja ta nie jest przyjętą obecnie [1]), inne zostały zaproponowane. Proctor utrzymywał, że forma Drogi Mlecznej jest spiralną, ale pojęcie to było obalone przez Sutton'a. Gould jest skłonnym do uważania Drogi Mlecznej jako „wyniku dwóch lub więcej galaktyczności, leżących jedna na drugiej“. Zważywszy wszystkie okoliczności, trzeba uznać za nadzwyczaj mądre słowa Gore'a:

---

[1]) Proctor utrzymuje, że była porzuconą nawet przez swego twórcę, ale John Herschel, pisząc więcej niż o pół wieku później, przytacza ją bez żadnej wzmianki, że ją ojciec porzucił, a przecież syn jest lepszą powagą, co do przekonań swego ojca, niż ktoś obcy.

„Kopernik systemu gwiazdowego jeszcze się nie zjawił, i może upłynąć wiele lat, nawet wiele wieków, zanim to wielkie zagadnienie zostanie zadowalająco rozwiązane". Już przed 2000 lat astronomowie (i inni) rozmyślali o początku i naturze Drogi Mlecznej. Metrodorus uważał ją za drogę słońca, którą ostatnie porzuciło po krwawej biesiadzie Tyestesa; inni sądzili, że ona wskazuje miejsce wypadku z Faetonem, a inni jeszcze wyobrażali sobie, że utworzyła się z kłosów zboża, które upuściła Isis w locie swym od Tyfona. Nie zgadzałoby się z naszemi prozaicznemi pojęciami XIX-go stulecia, gdybyśmy kopjowali takie stare dzieje, ale tego rodzaju baśnie i urojenia zapuściły głębokie korzenie w umyśle ludzkim, chociaż, prawdopodobnie, teraz nie posiadają już tej przewagi, które miały 50 lat temu. Byli jednak i w starożytności tacy, co chociaż nie znali nauk fizycznych, opartych na zasadach współczesnych, i byli przesiąknięci najśmieszniejszemi i najfantastyczniejszemi pojęciami, zużytkowali, w każdym razie, jak mogli najlepiej, swoje wiadomości. Arystoteles, naprzykład, wyobrażał sobie, że Droga Mleczna pochodzi z wyziewów gazowych ziemi, które się zetknęły z ogniem nieba; komuż wobec tego nie nasunie się myśl, że teorji tej odpowiadają wyniki Huggins'a, iż niektóre mgławice nie są niczem innem, jak tylko gorejącemi masami wodoru lub innych gazów ziemskich?

Trudno jednakże znaleźć w jakiej nowoczesnej teorji podobieństwo z mniemaniem Teofrasta, że Droga Mleczna jest miejscem zlutowania dwóch półkuli, albo z pojęciem Diodora, że to ogień niebieski, przeglądający przez szczeliny, które pokazują, że 2 półkule wkrótce się rozpadną. Zajmującą jednak jest rzeczą, że Demokrates i Pytagoras twierdzili, iż Droga Mleczna jest to ni mniej ni więcej tylko wielkie zbiorowisko gwiazd. Owidjusz mówi o wysokiej drodze, „której podstawą są gwiazdy“. Manilius, uchodzący za astronomicznego pisarza w połowie pierwszego stulecia ery chrześcijańskiej, używa podobnego języka. W napisanym przez niego poemacie, zatytułowanym „Astronomicon“, znajdujemy następującą aluzję do Drogi Mlecznej:

«Lub czy obszerny jasno świecący łuk
Z małych jest gwiazd, co swe promienie łączą,
Stały i nieprzerwany wytwarzając blask?»

Niemało ciekawą jest rzeczą, jakiem rozpowszechnieniem pod względem miejsca i czasu cieszy się skojarzenie pojęć mleka i Drogi Mlecznej; a chociaż bez wątpienia było ono z początku wprowadzone w jednym języku, skąd zapożyczyły i przetłómaczyły je inne, to przecież nie przyjęło by się ono tak, gdyby nie odpowiadało ogólnym pojęciom. Grecka nazwa była Γαλαξιας albo Κύκλος γαλακτικος, Rzymianie przeistoczyli ją w Circulus Lacteus albo Orbis Lacteus, skąd bez

wątpienia pochodzi nasza nazwa „Drogi Mlecznej“. W tym samym czasie nasi angielscy przodkowie mieli kilka niezależnych własnych dla niej nazw, jak naprz. „Drabina Jakóba“, „Droga do Świętego Jakóba“ i inne. Istnienie tych nazw zastępuje dowód, w razie gdyby takowy był żądanym, iż główne fakty i rysy takiej nauki, jak astronomja, panują często nad umysłami ogółu bardziej niż możnaby przypuszczać.

ROZDZIAŁ XVIII.

Zastosowanie spektroskopu do gwiazd i mgławic.

Przedmiot objęty powyższym nagłówkiem wzrósł w ostatnich latach do takich rozmiarów, że tu można przedstawić tylko szczupły jego zarys. Spektroskop był zastosowany do gwiazd najpierw przez Fraunhofera około r. 1814. Przyrząd jego składał się tylko z małego pryzmatu, ustawionego przed szkłem przedmiotowem (objektywą) lunety, należącej do teodolitu. Obecność pryzmy zmieniała obraz gwiazdy z jasnego punktu, jaki się widzi przez samą lunetę, w wązką, jasną linję o wszystkich kolorach tęczy w ich zwykłej kolei, od czerwonego na jednym końcu do fjoletowego na drugim. Utworzenie się widma, jak ta różnokolorowa linja się zowie, jest łatwem do zrozumienia.

Światło gwiazdy składa się nie z promieni jednego tylko koloru, lecz z promieni niezliczonej liczby kolorów. Przy zwykłym biegu rzeczy,

promienie te odbywają jednakową drogę, wchodzą w teleskop razem, dochodzą do jednego ogniska, albo prawie wchodzą do jednego, i stwarzają pojedynczy, bezbarwny obraz gwiazdy, ponieważ połączenie wszystkich tych różnych barw dostarcza wrażenia, które nazywamy światłem białem. Ale kiedy światło gwiazdy przechodzi przez pryzmę, zostaje ono odchylonem od swego biegu, i promienie niektórych barw odstępują więcej niż inne od swej pierwotnej linji prostej. Każdy więc osobny kolorowy promień wytwarza osobny kolorowy obraz gwiazdy, i te obrazy nie zbiegają się już w jednym punkcie, ale układają się jeden koło drugiego, przykrywając częściowo jeden drugi.

Fraunhofer znalazł jednak przy badaniu gwiazd, jak przedtem przy badaniu słońca, że widma gwiazd nie są zupełne, i zamiast żeby kolorowa linja była nieprzerwaną od czerwonego końca do fjoletowego, okazała się ona poprzerzyną tu i owdzie wązkiemi ciemnemi prążkami. Prążki te w widmach Marsa i Wenery odpowiadały ściśle tym, które już odkrył w widmie słonecznem, i to było naturalne, ponieważ planety odbijają tylko światło słońca. Ale szpary czyli czarne linje w widmach różnych gwiazd nie były zupełnie te same, a w dodatku widma różnych gwiazd były różne.

Ważne to odkrycie dowodziło, że źródło i przyczyna ciemnych linji znajduje się w sa-

mem słońcu i w samych gwiazdach, nie zaś w naszej atmosferze lub przestrzeni świata, bo w takim razie wszystkie te linje byłyby jednakowe. Niektóre poszczególne linje należały istotnie do naszej atmosfery, gdyż można je było zauważyć w widmie każdego ciała niebieskiego, gdy takowe było położone blizko horyzontu, a więc gdy się je widziało przez grubą warstwę atmosfery ziemskiej.

Fraunhofer nie znalazł wyjaśnienia przyczyny tych linji, i przeszła jedna generacja, zanim Kirchhoff w 1859 r. dowiódł, że pewna liczba linji w widmie słonecznem pochodzi od obecności w atmosferze słońca rozżarzonej pary różnych metalów, z których sód i żelazo zdawały się być głównymi.

Oddawna zauważono obecność dwóch jasnych linji w pomarańczowej części widma płomienia świecy. Było dowiedzionem, że linje te dawał sód, i okazało się, że położenie ich odpowiada dokładnie położeniu 2 ciemnych linji w widmie słońca, znanych pod nazwą linji D. Kirchhoffowi udało się dowieść, że rozżarzony gaz, który przy danej temperaturze daje światło pewnego koloru, (a raczej pewnej długości fali), posiada również przy tej samej temperaturze własność pochłaniania światła tej samej długości fali. Powierzchnia słońca, tak zwana fotosfera, wydaje światło wszystkich barw, ponad nią jednak unosi się świecąca para różnych metali. Para ta, gdybyśmy mogli ją widzieć samą tylko, dałaby świa-

tło pewnych poszczególnych kolorów; widmo jej byłoby widmem jasnych linji. Ale ponieważ patrzymy przez nią na fotosferę słońca, (która leży niżej), gazy te tamują dostęp do nas światła fotosfery, tego samego właśnie rodzaju, jakie same wydają. Wskutek tego widmo słoneczne poprzerzynane jest ciemnemi linjami, które odpowiadają jasnym linjom gazów atmosfery słonecznej. Dwie linje D świadczą o obecności na słońcu sodu, linje C, F, G' i h wykazują obecność wodoru; odkryto też obecność żelaza, magnezu i innych pierwiastków.

Ta sama zasada została zastosowaną do gwiazd. I tu, jak w widmie słonecznem, jasne widmo ciągłe pochodzi od fotosfery gwiazdowej, a ciemne linje, które je przecinają, wykazują obecność poszczególnych gazów w atmosferze gwiazdowej. Ale praca utożsamienia tych gazów przy badaniu gwiazd była o wiele trudniejszą, niż przy badaniu słońca, gdyż światło gwiazdy, nawet najjaśniejszej, jest stosunkowo bardzo słabe. Do pracy tej jednak zabrali się z wielką umiejętnością i cierpliwością Huggins i Miller, i okazało się, że wodór, sód, magnez, żelazo, wapnian i inne pierwiastki, odkryte przedtem w atmosferze słonecznej, znajdują się też w atmosferze Arktura, Aldebarana i kilku innych gwiazd.

Do takich badań, jak badania Huggins'a i Millera, sposób Fraunhofera z pryzmą nie pasował, zastosowano więc spektroskop szparowy. Ostatni zasadza sie na tem, że bardzo wązka

szpara znajduje się w ognisku teleskopu, tak że obraz, wytworzony przez teleskop, pada na nią. Druga szpara mieści się w ognisku małego przedmiotowego szkła, zwanego kolimatorem, który promienie światła, idące od gwiazdy, czyni równoległymi jeden do drugiego. Promienie przechodzą następnie przez jedną lub więcej pryzm i rozpraszają się, ponieważ promienie różnych barw niejednakowo odchylają się od swego pierwotnego biegu. W końcu tak wytworzone widmo obserwuje się przy pomocy małego teleskopu. Ponieważ normalne wyobrażenie gwiazdy jest tylko punktem, widmo więc jest tylko linją, której trzeba nadać pewną szerokość zapomocą cylindrycznych soczewek, aby je można było z powodzeniem obserwować.

Podczas gdy Huggins i Miller zajęci byli swą pracą, Secchi przedsiewziął pracę innego rodzaju. Znakomity ten fizyk włoski znalazł, że chociaż widma różnych gwiazd są różnego charakteru, różnice te można wszakże sprowadzić do 3 lub 4 typów. Rutherford poddał podobną myśl trochę wcześniej, ale Secchi był pierwszym, co zbadał systematycznie widma znacznej liczby gwiazd. W nowszych czasach bardziej szczegółową klasyfikację dali Vogel i Lockyer, a pod względem fotografji widm gwiazdowych Pickering; w żadnym jednak razie nie obalili oni klasyfikacji Secchi'ego, którą raczej dopełnili.

Secchi podzielił gwiazdy na 4 główne kla-

sy, które nazwał „typami“. I) Gwiazdy białe lub niebieskawe, których typem może być Syrjusz. Gwiazdy te dają widma z bardzo szerokiemi ciemnemi linjami wodoru; linje metali są tu bardzo słabe, trudne do zobaczenia, albo ich wcale niema. II) Gwiazdy żółte, takie jak nasze słońce, Arctur, Capella. Linje wodoru w widmach tych gwiazd nie są tak szerokie i wybitne jak w typie I, ale linje metali bardzo liczne i wyraźne. III) Gwiazdy pomarańczowe, których typami są α Orionis, α Herculis i zmienna gwiazda Mira Ceti. Klasa ta obejmuje również rozmaite gwiazdy zmienne o długich albo nieregularnych okresach. Widma ich poprzecinane są pewną liczbą ciemnych pasów, bardzo ciemnych i wyraźnych na końcu bliższym barwy niebieskiej, zacierających się stopniowo ku czerwonemu końcowi. IV) Gwiazdy czerwone, z których żadna nie jest jaśniejszą od 5-ej wielkości. Te mają widma przerznięte głównie trzema ciemnemi pasami, pochodzącemi od pochłonięcia węglika.

Pewna liczba małych gwiazd położonych wzdłuż osi Drogi Mlecznej, powszechnie zwanych gwiazdami „Wolf-Rayet“ od dwóch francuskich astronomów, którzy znaleźli pierwsze przykłady, uważana jest teraz, zgodnie z propozycją Pickering'a, wraz z planetarnemi mgławicami, za V-ty ogólny typ. Dają one bardzo charakterystyczne widma, w których tło jest

nieregularnej jasności, przecięte dwiema jasnemi linjami w żółtej, innemi linjami w jasnozielonej, i szerokim jasnym pasem w niebieskiej części widma.

Są też takie gwiazdy, co nie mogą się zaliczyć do żadnego z wymienionych pięciu typów. Naprzykład, wiele gwiazd w Orjonie mają linje wodoru równie słabe, jak i linje metali; nie należą więc ani do I-go ani do II-go typu. W widmach gwiazd γ Cassiopeiae, β Lirae i innych linje wodoru są jasne.

Katalog Secchi'ego zawiera 500 widm gwiazdowych, ale liczba ta została znacznie powiększoną przez Vogela, który nam dostarczył wiadomości o widmach 4000 gwiazd; Konkoly zaś zbadał blizko 2000 gwiazd. W powyższem była mowa o wynikach obserwacji wzrokowej. Huggins bardzo wcześnie zastosował fotografję do badania widm gwiazdowych, i odkrył w ten sposób szereg ciemnych, szerokich linji w ultrafioletowej części widma gwiazd typu Syrjusza. Dr. H. Draper prowadził badania na podobnych podstawach, a po jego śmierci wdowa oddała znaczne fundusze do rozporządzenia obserwatorjum Harvard College na prowadzenie dalszych poszukiwań przez pamięć jej zmarłego męża Jednym z wyników tej wspaniałomyślności i umiejętnego skorzystania z takowej Pickering'a jest „Katalog Drapera", jest to katalog fotografji widm przeszło 10,000 gwiazd. Klasy-

fikacja tu nieco więcej szczegółowa niż Secchi'ego, ale przeprowadzona na tych samych zasadach.

W jednym z poprzednich rozdziałów (XII) powiedziałem dosyć dużo o tak zwanych gwiazdach tymczasowych albo nowych, gwiazdach, które nagle się zjawiają i wkrótce giną. Zdarzyło się dopiero kilka takich przykładów, odkąd zastosowano spektroskop do badania gwiazd, i gwiazdy były wszystkie mniej jasne od słynnej gwiazdy Tychona z r. 1572, ale każda przy badaniu spektroskopowem przedstawiała uderzające szczegóły.

Widmo T Coronae w r. 1866 wykazało oprócz ciągłego widma, poprzerzynanego ciemnemi linjami, pewną liczbę jasnych linji; między niemi znajdowały się wyraźnie linje wodoru. Nova Cygni w r. 1876 dała znów widmo z pewną liczbą jasnych linji, pokrywających widmo ciągłe. Jasne te linje zdawały się w zupełności odpowiadać linjom chromosfery słonecznej (wązkiej czerwonej fręzli, otaczającej tarczę słoneczną; można ją widzieć podczas całkowitego zaćmienia słońca). Najznaczniejszemi były linje wodoru i charakterystyczna linja w żółtym kolorze widma, blizko D linji sodu, zwana D_3 (albo linja „Helium“). Łącznie z tem należy zauważyć, że linje wodoru i linja D_3 są głównemi linjami czerwonych płomieni albo wyskoków, które podnoszą się z chromosfery słońca do wysokości 100,000 lub więcej mil. Tak więc T Co-

ronae i Nowa Cygni świadczą, że gwiazdy czasem nietylko złożone są z tych samych pierwiastków, co słońce, i posiadają fotosferę, otoczoną pochłaniającymi gazami, lecz że posiadają również chromosferę i wyskoki, tak że istotnie nagły rozwój blasku, zapisany w wypadku 2 gwiazd, był skutkiem niezmiernych wybuchów chromosfery.

Nova Cygni, jednakże, uległa dalszym zmianom. Gdy ciągłe jej widmo prawie zniknęło, wtedy charakter widma gwiazdy przypomniał widmo gwiazd Wolf-Rayet. Później jeszcze, w jesieni r. 1877, światło gwiazdy zdawało się skoncentrowane w jedną jasną linję, charakteryzującą mgławice.

W pobliżu środka wielkiej mgławicy w Andromedzie ukazała się nowa gwiazda w Sierpniu r. 1885. Widmo jej było ciągłe.

Nova Aurigae i Nova Normae zasługują też na wzmiankę; ostatnia jest pozornie słabą kopją pierwszej. Nova Aurigae należy może do najbardziej interesujących i najbardziej złożonych przedmiotów, badanych przy pomocy spektroskopu. Odkryta przez Tomasza Andersona 24 stycznia 1892 r., ale zapisana przez automatyczną kamerę gwiazdową w Harvard College 10 grudnia 1891 r., wykazuje ona, gdy ją poddać analizie spektralnej, dwojakie widmo, jak T Coronae i Nova Cygni: widmo ciągłe, przerwane ciemnemi linjami, i widmo linji jasnych, wśród

których odznaczają się linje wodoru wraz z wieloma głównemi linjami słonecznej chromosfery.

Blask gwiazdy spadł bardzo szybko po 16 marca 1892 r., i przez kilka miesięcy była ona niepomyślnie do obserwacji położoną. Gdy ją na nowo zaczęto badać 17 sierpnia w obserwatorjum Lick, znaleziono, że widmo jej bardzo jest podobne do widma mgławicy planetarnej. Huggins jednakże nie uważał tego wyniku za zupełnie stwierdzony. Wprawdzie w widmie widać było dwa jasne pasy w pobliżu pozycji dwóch linji mgławic, ale pasy były w rzeczywistości grupami jasnych linji, rozpostartych na znacznej długości widma. Najbardziej zadziwiającym rysem widma Novae Aurigae było przesunięcie się jego linji. Z początku zauważono, że przy jasnych linjach wodoru znajdowały się linje pochłonięcia, widocznie należące do tego samego pierwiastku, ale w porównaniu z jasnemi linjami przesunięte ku barwie fjoletowej widma. Fotografje widma odsłoniły dalsze szczegóły. Przy wielu jasnych linjach znajdowała się linja ciemna; niektóre z linji jasnych można było rozłożyć na dwie lub 3 linje składowe. Było tu przynajmniej podwójne widmo wodoru: jedno z ciemnych linji, drugie z jasnych, oba przesunięte względem siebie. Było może nawet kilka takich osobnych widm. Jak wytómaczyć te przesunięcia widm jedno względem drugiego?

Doppler w r. 1843 dowiódł, że ruch źródła światła ku obserwatorowi musi sprawić skrócenie przerw między falami światła. Innemi słowy, światło pewnej danej długości fali stanie się światłem o mniejszej długości fali, i w widmie przesunie się ku niebieskiemu końcowi. Jeśli zastosować to wyjaśnienie do złożonego widma gwiazdy Nova Aurigae, to wyniknie, że musi ona składać się z dwóch lub więcej ciał, poruszających się w linji wzroku w różnych kierunkach z największą szybkością. Ciało, od którego pochodziły ciemne linje, zbliżało się ku nam z szybkością 400 lub 500 mil na sekundę, a to, co było źródłem linji jasnych, oddalało się od nas z szybkością blizko 300 mil na sekundę.

Nie będziemy tu wdawać się w szczegóły teorji, wyjaśniających te złożone widma. Do główniejszych należy „teorja przypływów i odpływów“, ktora przypuszcza, że zbliżenie się ku sobie dwóch wielkich gwiazd wywołało niezmierne przypływy i odpływy fal wysoce rozżarzonych gazów, i „teorja chmury kosmicznej“, zgodnie z którą Novae te powstają wskutek szybkiego pędu gwiazdy poprzez mgławicę.

Zasada Dopplera (jak to było już wymienione w jeduym z poprzednich rozdziałów) została zastosowaną do różnych zagadnień przez Huggins'a w r. 1867, który starannie porównał zieloną linję wodoru, otrzymaną od rurki Geislera, z taką linją w widmie Syrjusza. Później

zbadał widma pewnej liczby gwiazd i wyliczył na podstawie przesunięć linji w widmach szybkość, z którą poszczególna gwiazda zbliża się ku nam lub od nas oddala w linji wzroku. Poszukiwania takie prowadzono też w Greenwich i Rugby, ale z niedostatecznymi środkami. Ostatnio Vogel zastosował tu fotografję i zrobił bardzo udatne obserwacje 50 blizko gwiazd.

Jednym z wyników pracy Vogela było odkrycie „spektroskopowych gwiazd podwójnych". Dawno już podejrzewano, że zmienna gwiazda Algol posiada ciemnego towarzysza, sprawiającego częściowe zaćmienie gwiazdy głównej co 69 godzin. Vogel dowiódł, że tak jest w samej rzeczy, bo Algol obraca się koło środka ciężkości pary w żądanym podług tego przypuszczenia czasie, i obliczył średnicę, masę, odległość od gwiazdy głównej i szybkość ruchu w orbicie niewidzialnego towarzysza.

Spica Virginis okazała się też gwiazdą podwójną, chociaż w tym razie towarzysz nie zaciemnia jasnej gwiazdy głównej. Przypuszczalnie jest on 3-ej wielkości.

W niektórych wypadkach „podwójna spektroskopowa" składa się z dwóch gwiazd prawie jednakowego blasku. Do takich należą ζ Ursae Majoris i β Aurigae, które odkrył Pickering trochę wcześniej, niż Vogel dowiódł istnienie towarzysza Algola. Dwie gwiazdy składające β Aurigae, obracają się w orbicie trochę tylko

pochylonej do linji wzroku. Wskutek tego w pewnym czasie jedna gwiazda zbliża się ku nam w swej orbicie, podczas gdy druga się od nas oddala. Linje, pochodzące od pierwszej gwiazdy, przesuwają się ku niebieskiemu końcowi widma, pochodzące zaś od drugiej ku czerwonemu, tak że linje w złożonem widmie są podwójne. Cokolwiek później obie gwiazdy poruszają się poprzez linję wzroku, więc ani się nie zbliżają ku nam, ani od nas oddalają, wtedy linje obu gwiazd zgadzają się. Okres wynosi 4 dni.

Prawdopodobnie, „podwójną spektroskopową“ jest też β Lyrae. Gwiazda ta (jak już widzieliśmy) przechodzi przez swe zmiany w ciągu mniej niż 13 dni, mając dwa maxima, i dwa minima. W widmie jej widać szerokie, ciemne pasy, pochodzące od wodoru, obok jasnych linji, które od czasu do czasu zmieniają postać i położenie. Wyrażono domysły, że system składa się z dwóch gwiazd o niejednakowych widmach, krążących jedna naokoło drugiej, i częściowo zaciemniających jedna drugą przy przejściu przez linję wzroku. Zmiany widma jednak są bardzo złożone, i niedostatecznie jeszcze zbadane, i takie proste wyjaśnienie wydaje się niezupełnie odpowiedniem.

Bardzo obiecującem i ważnem jest badanie podziału wśród nieba rozmaitych typów widm gwiazdowych. Potrzebny jednak do tego mate-

rjał nie jest jeszcze dostatecznym. Niemniej przeto katalog Draper'a i katalogi Vogela i Konkoly'ego pozwalają nam na pierwszy krok w tym kierunku. Z rozpatrywania takich podwójnych gwiazd, które były zbadane spektroskopowo, okazuje się, że gwiazdy typu Syrjusza są dużo mniej gęste, stosunkowo do swego blasku, niż gwiazdy typu Słońca. Gwiazdy II-go typu czyli typu słońca, a w mniejszym stopniu gwiazdy III-go typu, zdają się być dosyć równomiernie podzielone wśród nieba. Gwiazdy typu Syrjusza zdradzają skłonność do gromadzenia się w kierunku Drogi Mlecznej, podczas gdy gwiazdy Wolf-Rayet, jak już nadmieniliśmy, skupiają się wzdłuż osi Drogi Mlecznej. Ruchy własne gwiazd I-go typu zdają się być mniejszymi niż II-go, które z tych i innych przyczyn można uważać za leżące przeciętnie bliżej nas, niż gwiazdy typu I-go Jeżeli gwiazdy typu słońca podzielić na dwie klasy, zgodnie z ich podobieństwem do Cappelli i Arctura, to pierwsza klasa zdaje się mieć przeciętnie większy ruch własny, niż druga, można więc przypuścić, że gwiazdy pierwszej klasy są bliżej nas. Cała jednak rzecz wymaga zupełniejszych badań, zanim można będzie nadać więcej wagi tym wynikom tymczasowym. Uzupełnienie katalogu Drapera przez ogłoszenie rezultatów przeglądu południowego nieba, dokonanego w Arequipa,

w Peru, pod kierunkiem astronomów harwardzkich, będzie ważnym krokiem naprzód.

Pierwsza obserwacja widma mgławicy była wykonana przez Huggins'a w sierpniu 1864 r. Badanym przedmiotem była mała, jasna mgławica planetarna przy biegunie ekliptyki, 37 H IV Draconis, o której już była wzmianka. Pierwsze badanie odsłoniło fakt, że istnieje ogromna różnica pomiędzy jej widmem i zwykłem widmem gwiazdowem. Zamiast zwykłego ciągłego widma widać było 3 odosobnione jasne linje — dowód obecności świecącego gazu. Innemi słowy, przedmiot był istotną mgławicą, t. j. masą gorejącego gazu, a nie skupieniem gwiazd, wydającem się mgławicą tylko z powodu odległości.

Z trzech linji najjaśniejsza pochodziła widocznie od wodoru. Dwie inne nie zostały jeszcze określone, ale jaśniejsza jest bardzo blizko pary zielonych linji w widmie saletrorodu. Inne linje wodoru zauważono w rozmaitych widmach mgławic wraz z dobrze znaną chromosferyczną linją D_3: Pewna liczba innych linji była odkrytą w widmie obserwacją wzrokową, z wielką trudnością, przez różnych badaczy, a dużo więcej za pomocą fotografji w fjoletowej i ultra-fjoletowej części widma. Źródła tych linji nie zostały jeszcze oznaczone; w większej liczbie słabych widm widać tylko linję w zielonej barwie wi-

dma, w pobliżu pary linji saletrorodu, która uważaną jest jako typowa linja mgławic.

Zagadnieniem ruchu mgławic w linji wzroku zajmował się Keeler w obserwatorjum Lick. Wymierzył on przesunięcie się głównej linji w widmie mgławic, i przekonał się, że szybkość ruchu przy zbliżaniu się do nas mgławicy wynosi mniej więcej 40 mil na sekundę, szybkość zaś ruchu przy oddalaniu się od nas blizko 30 mil na sekundę.

Niektóre mgławice, jak naprzykład wielka mgławica w Andromedzie, dają widmo ciągłe. Ale wiele z tych, co dają widma jasnych linji, dają też słabe widmo ciągle. Wielka mgławica w Orjonie jest jedną z tych ostatnich, chociaż Huggins twierdzi, że pozornie ciągłe widmo może być rozwiązane na linje. Niektóre mgławice mają tylko widmo jasnych linji, bez śladu widma ciągłego.

Huggins zdobył kilka wyjątkowo ciekawych fotografji, dotyczących wielkiej mgławicy w Orjonie, które dowodzą, że gwiazdy „różnoboku“ są nietylko pozornie w mgławicy, lecz rzeczywiście, bo pewna liczba jasnych linji, zwłaszcza linja „3730“, znajduje się zarówno w widmie ciągłem dwóch gwiazd różnoboku, jak i w widmie mgławicy, w bezpośredniem sąsiedztwie tych gwiazd. Fotografja z r. 1889, zdjęta w ten sposób, że szpara spektroskopu znajdowała się nie naprzeciwko różnoboku lecz w pobliżu tegoż, nie wykazała

linji „3730“, która zatem zdaje się być właściwością tylko bezpośrednio przyległych do gwiazd okolic mgławicy. Prawdopodobnem jest więc, że gwiazdy te są pogrążone w mgławicy.

Przedmiot spektroskopowych obserwacji gwiazd i mgławic rośnie ciągle, ale mamy jeszcze dużo do zrobienia, zanim będziemy mogli więcej się nauczyć.

DODATEK I.

Tabelka gwiazdozbiorów.

W kolumnie z nagłówkiem „Środek, należy pamiętać, iż podane spółrzędne wskazują punkt środkowy gwiazdozbioru, do którego się stosują. Jest to mniej więcej dokładnem tylko dla takich gwiazdozbiorów, co są bardziej skupione, bo w tak rozpostartych wzdłuż i rozzrzuconych, jak np. Draco, Cetus i Argo, oznaczyć środek trudno. Twierdzenie więc, że gwiazdozbiory uszykowane są tu podług wznoszenia prostego, w pewnych wypadkach wymaga określenia. W kolumnie „Decl“ (Zboczenie) + oznacza północ, — południe.

NAZWA GWIAZDOZBIORU	ŚRODEK	
	R. A.	Decl.
Pisces (Ryby)	0^h 20^m	+ 10[illegible]
Sculptor, Apparatus Sculptoris (Pracownia rzeźbiarska) . . .	0 30	— 35
Andromeda (Andromeda) . . .	0 40	+ 38
Phoenix (Fenix).	1 0	— 48
Cassiopeia (Kassyopeja)	1 0	+ 60
Cetus (Wieloryb)	1 45	— 12
Triangulum (Trójkąt)	2 0	+ 32
Fornax Chemica (Piec chemiczny)	2 25	— 33
Aries (Baran).	2 30	+ 20
Hydrus (Wąż wądny mały) . . .	2 40	— 72
Perseus (Perseusz)	3 20	+ 42
Horolugium (Zegar wahadłowy) .	3 20	— 52
Reticulum Rhomboidalis (Siatka romboidalna)	3 50	— 63
Eridanus (Rzeka Erydan) . . .	3 50	— 30
Taurus (Byk).	4 30	+ 18
Caelum, Caela Sculptoris . . .	4 40	— 42
Dorado (Ryba mieczowata). . .	5 0	— 60
Orion (Orjon)	5 20	+ 3
Lepus (Zając).	5 25	— 20
Pictor, Equleus Pictoris	5 30	— 52
Mensa, Mons Mensa (Góra stołowa)	5 40	— 77
Columba Noachi (Gołąb Noego) .	5 40	— 34
Camelopardus (Żyrafa)	5 40	+ 70
Auriga (Woźnica)	6 0	+ 42
Canis Major (Wielki pies) . . .	6 40	— 24
Gemini (Bliźnięta)	7 0	+ 24
Monoceros (Jednorożec)	7 0	— 3
Canis Minor (Mały Pies). . . .	7 30	+ 6
Argo, Puppis (Okręt, przód) . .	7 40	— 32
Lynx (Ryś)	7 50	+ 45
Argo (Okręt)	8 0	— 40
Cancer (Rak).	8 30	+ 20
Argo, Larina (Okręt, belka) . .	8 40	— 62
Volans, Pisces Volans (Ryby latające)	8 40	— 69

NAZWA GWIAZDOZBIORU	ŚRODEK	
	R. A.	Decl.
Argo Malus	9h 0m	— 30
Argo, Vella (Okręt, żagiel) . . .	9 30	— 45
Antlia Pneumatica (Pompa powietrzna)	10 0	— 35
Sextans (Sekstant)	10 10	— 1
Leo Minor (Mały Lew)	10 20	+ 33
Leo (Lew)	10 30	+ 15
Chamaeleon (Kameleon)	10 40	— 78
Hydra (Waż wodny)	11 0	— 12
Ursa Major (Wielka Niedźwiedzica)	11 0	+ 58
Crater (Puhar)	11 20	— 15
Crux (Krzyż)	12 20	— 60
Corvus (Kruk)	12 30	— 18
Musca Australis (Mucha południowa)	12 30	— 68
Coma Berenices (Warkocz Bereniki)	12 40	+ 27
Canes Venatici (Psy gończe) . .	13 0	+ 40
Centaurus (Centaur)	13 20	— 47
Virgo (Panna)	13 20	— 2
Boötes (Wolarz)	14 35	+ 30
Circinus (Cyrkiel)	14 50	— 63
Lupus (Wilk)	15 0	— 40
Libra (Waga)	15 10	— 14
Apus (Ptak rajski)	15 30	— 76
Serpens (Wąż)	15 35	+ 8
Carona Borealis (Korona północna)	15 40	+ 30
Triangulum Australe (Trójkąt południowy)	15 40	— 65
Ursa Minor (Mała Niedźwiedzica)	15 40	+ 78
Norma (Kątomiar)	16 0	— 49
Draco (Smok)	16 0	+ 60
Scorpio (Niedźwiadek)	16 20	— 26
Ara (Ołtarz)	16 50	— 55
Ophiuchus (Wężownik)	17 10	— 4
Hercules (Herkules)	17 10	+ 27

NAZWA GWIAZDOZBIORU	ŚRODEK	
	R. A.	Decl.
Corona Australis (Korona południowa)	18 30	— 41
Scutum Sobieskii (Tarcza Sobieskiego)	18 30	— 10
Telescopium (Teleskop)	18 40	— 52
Lyra (Lira albo Lutnia)	18 45	+ 36
Sagittarius (Strzelec)	19 0	— 25
Pavo (Paw)	19 10	— 65
Aquila et Antinoüs (Orzeł i Antinous)	19 30	+ 2
Sagitta (Strzała)	19 50	+ 18
Vulpecula et Anser (Lis i gęś)	20 10	+ 25
Cygnus (Łabędź)	20 30	+ 40
Delphinus (Delfin)	20 35	+ 12
Capricornus (Koziorożec)	20 50	— 20
Microscopium (Mikroskop)	21 0	— 37
Equuleus (Mały koń)	21 10	+ 6
Indus (Indjanin)	21 20	— 58
Pisces Australis (Ryby południowe)	21 40	— 32
Cepheus (Cefeusz)	22 0	+ 70
Grus (Żuraw)	22 20	— 47
Aquarius (Wodnik)	22 20	— 13
Lacerta (Jaszczurka)	22 25	+ 43
Pegasus (Pegaz)	22 30	+ 17
Toucan (Tukan)	23 45	— 68
Octans (Oktant)	Biegun południowy	

DODATEK II.

Lista przedmiotów nieba dla małych teleskopów *).

Przypuszczamy, że niektórzy z czytelników niniejszych kartek posiadają małe teleskopy i radziby skierować takowe na jakie ciekawe przedmioty nieba, ale nie wiedzą, które są dostępne dla ich instrumentów. Stąd powód do ułożenia poniższego katalogu, w którym wybór przedmiotów zastosowany jest, rzecz można, do zdolności przenośnych refraktorów o dwóch calach otworu.

---

*) Zrozumiałym ogólnym katalogiem przedmiotów tego rodzaju, z opisem każdego z nich, jest praca admirała W. H. Smyth'a „Cycle of Celestial Objects“. 2-gie wyd. Oxford, 1881.

1) Gwiazdy podwójne i wielokrotne.

№	Nazwa gwiazdy	R. A. 1890	Decl. 1890	Wielkość gwiazd składow.	Odległość pomiędzy gwiazd. sklad.
		h m s	° ′		
1	β Toucani	0 26 30	— 63 34	obie 5 w.	28″
2	η Cassiopeiae	0 42 26	+ 57 13	4 i 7½	5
3	γ Arietis	1 47 29	+ 18 45	4½ i 5	8
4	γ Andromedae	1 57 8	+ 41 48	3½ i 5½	10; B podw.
5	θ Eridani	2 54 5	— 40 44	5 i 6	8
6	14 Aurigae	5 8 14	+ 32 33	5 i 7½	14
7	23 Orionis	5 17 3	+ 3 26	5 i 7	31
8	δ Orionis	5 26 23	— 0 22	2 i 7	53
9	σ Orionis	5 33 3	— 2 38	4, 8 i 7	12 i 42 : wielokr.
10	11 Monocerotis	6 23 29	— 6 57	6½, 7 i 8	7, 5 : (B.C.=2. 5)
11	γ Volantis	7 9 40	— 70 19	5 i 7	13
12	α Geminorum	7 27 35	+ 32 7	3 i 3½	5
13	γ Argûs	8 6 8	— 47 0	2 i 6	42
14	54 Leonis	10 49 39	+ 25 20	4½ i 7	6
15	α Crucis	12 20 28	— 62 29	1½, 2 i 5	5, 90 : pięciokrotna
16	17 Comae Ber.	12 23 25	+ 26 30	4½ i 6	145 (użyć małego powiększ.).
17	γ Crucis	12 25 2	— 56 29	2 i 5	120
18	γ Virginis	12 36 5	— 0 50	obie 4	5
19	α Can. Venat	12 50 53	+ 38 54	2½ i 6½	20
20	ζ Ursae Maj.	13 19 29	+ 55 30	3 i 5	14; Alcor. wielk. 5 odl. 11¾
21	α Centauri	14 32 7	— 60 22	1 i 2	14
22	π Boötes	14 35 33	+ 16 53	3½ i 6	5
23	ξ Scorpii	15 58 19	— 11 4	4½ i 7½	7; A też podw.
24	β Scorpii	15 59 2	— 19 30	2 i 5½	13; A też podw.
25	ν Scorpii	16 5 36	— 19 10	4 i 7	40; obie podw. 0.7, 2
26	36 (A) Ophiuchi	17 8 34	— 26 25	4½ i 6½	4

№	Nazwa gwiazdy	R. A. 1890	Decl. 1890	Wielkość gwiazd składow.	Odległość pomiędzy gwiazd. skład.
27	α Herculis	17 9 38	+ 14 30	3½ i 5½	4
28	ζ Lyrae	18 40 59	+ 37 29	5 i 5½	44
29	θ Serpentis	18 50 49	+ 4 3	4½ i 5	21
30	β Cygni	19 26 17	+ 27 43	3 i 7	34
31	α^2 Capricorni	20 11 57	− 12 53	3 i 4	376 (użyć mał. powiek.)
32	β^2 Capricorni	25 14 50	− 15 7	3½ i 7	205
33	γ Delphini	20 41 33	+ 15 43	4 i 6½	11
34	β Cephei	21 27 14	+ 70 4	3 i 8	13
35	δ Cephei	22 25 5	+ 57 51	4½ i 7	40; A zmien.

2) Skupienia gwiazd i mgławice.

№	Nazwa przedmiotu	Natura przedmiotu	R. A.	Decl.
			h m s	° ′
1	47 Toucani	Skupienie	0 19 9	— 72 41
2	31 M. Andromedae .	Mgławica	0 36 47	+ 40 40
3	Nubecula Minor . .		0 48 41	— 73 58
4	103 M. Cassiopeiae .	Pole gwiazd	1 25 56	+ 60 7
5	33 H VI Persei . .	Podw. mgławica	2 11 20	+ 56 38
6	η Tauri	Grupa gwiazd	3 40 56	+ 23 45
7	Nubecula Major . .		5 24 6	— 69 34
8	1 M. Tauri («Krab»)	Mgławica	5 27 51	+ 21 56
9	42 M. Orionis. . .	„	5 29 52	— 5 27
10	35 M. Geminorum .	Skupienie	6 2 4	+ 24 26
11	41 M. Canis Major.	„	6 42 13	— 20 37
12	«Praesepe» w Raku.	„	8 33 55	+ 20 19
13	η Argûs.	Mgławica	10 40 47	— 59 6
14	ϰ Crucis	Skupienie	12 47 7	— 59 45
15	ω Centauri	„	13 20 10	— 46 44
16	3 M. Canum Venaticorum	„	13 37 3	+ 28 55
17	5 M. Librae . . .	„	15 12 57	+ 2 30
18	80 M. Scorpii . . .	„	16 10 26	— 22 43
19	13 M. Herculis . .	„	16 37 45	+ 36 39
20	92 M. Herculis . .	„	17 13 46	+ 43 15
21	14 M. Ophiuchi . .	„	17 31 50	— 3 11
22	8 M. Sagittarii . .	„	17 57 8	— 24 22
23	24 M. Scuti Sobieskii	„	18 11 44	— 18 26
24	17 M. Scuti Sobieskii («Podkowa») . .	Mgławica	18 14 16	— 16 14
25	22 M. Saggittarii .	Skupienie	18 29 28	— 23 59
26	11 M. Antinoï. . .	„	18 45 13	— 6 24
27	57 M. Lyrae . . .	Mgł. Obrączk.	18 49 28	+ 32 53
28	27 M. Vulcpecula («Dumb bell») . .	Mglawica	19 54 48	+ 22 25
29	15 M. Pegsai . . .	Skupienie	21 24 38	+ 11 40
30	2 M. Aquarii . . .	„	21 27 44	— 1 19

3) Gwiazdy osobliwe.

№	Nazwa gwiazdy	R. A. 1890	Decl. 1890	Wielkość	Uwagi
		h m s	° ′		
1	o Ceti	2 13 47	— 3 28	Zmien.	Max. wielk. 2, Ogn. czer. Niewidzialna w Minimum.
2	α Ceti	2 56 31	+ 3 39	2½	Pomarańcz.
3	β Persei . . .	3 1 2	+ 40 31	Zmien.	Maxim. 2 w. Minim. 4 w.
4	5 Lyncis . . .	6 17 12	+ 8 28	5½	Ognist. czerw.
5	μ Canie Majoris .	6 51 3	— 13 54	5½	„
6	20918 Lal. Hydrae	10 46 16	— 20 37	7	Koloru miedzi
7	β Librae . . .	15 11 5	— 8 58	2½	Jasno zielona
8	α Scorpii . . .	16 22 39	— 26 11	1	Ognist. czerw.
9	χ Cygni. . . .	19 46 20	+ 32 38	Zmien.	Maxim. 4 Min. niewidz.
10	μ Cephei . . .	21 40 8	+ 58 16	„	Max. 4. Min. 6 Barw. gran.
11	δ Cephei . . .	22 25 5	+ 57 51	„	Maxim. 3½ Minim. 4½
12	8 Andromedae .	23 12 38	+ 48 24	5	Ognsit. czerw.
13	30 Piscium . .	23 56 19	— 6 37	4⅙	„

Skorowidz alfabetyczny.

M.

N.

O.

P.

U.

V.

W.

Y.

Z.

SPIS RZECZY.

Spostrzeżone omyłki druku.

Str.	*wiersz*	*zamiast*	*powinno być*
10	7 od dołu	nama,	nama —
65	11 „	równocześnie	równomiernie
69	13 od góry	rozłączone	złączone
74	3 „	ruchu, który	ruchu których
98	7 „	słońce	słońce się posuwa
113	6 od dołu	prawdopodobnem	nieprawdopodobnem
146	7 od góry	środku	środku“
146	14 od dołu	gwiazdy	gwiazdy“